



LIVSCYKELANALYS AV ÄPPELPRODUKTION

- FALLSTUDIER FÖR SVERIGE, NYA ZEELAND OCH FRANKRIKE

Magnus Stadig

Examensarbete



Institutet för Livsmedel och Bioteknik

Göteborg

Institutionen för lantbruksteknik

**Rapport 220
Report**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural Engineering**

**Uppsala 1997
ISSN 0283-0086
ISRN SLU-LT-R--220--SE**

FÖRORD

Detta arbete, om 20 p, utgör mitt examensarbete på agronomlinjen vid Sveriges lantbruksuniversitet. Det är också ett försök att dra ett strå till stacken för att det samhälle vi lever i skall få en mer uthållig inriktning. En livscykelanalys kan i sig själv inte förändra någonting, för att det skall kunna ske behöver jag hjälp. Vare sig du som läser detta är konsument, producent eller finns inom handelsledet kan du hjälpa mig att göra förbättringar, så det hoppas jag att du gör också! Många människor och företag har ställt upp och hjälpt mig med data och synpunkter, trots att frågorna ur deras synvinkel ibland måste ha låtit hemskt underliga. Jag vill rikta mitt tack till dem alla. Kedjan av uppdragsgivare och finansiärer; SIK, Saba Trading och Antonia Ax:son Johnsons Stiftelse för Miljö och Utveckling är en förutsättning för att jag kunnat göra detta arbete och jag är naturligtvis skyldig dem ett stort tack. Mina handledare, Berit Mattsson på SIK och Per-Anders Hansson på Institutionen för lantbruksteknik SLU, har varit till mycket stor hjälp; de har bidragit med professionella råd, samt inte minst uppmuntran när det gått trögt.

Göteborg 1997-03-14

SAMMANFATTNING

Denna rapport utgör det skriftliga resultatet av en studie där miljöeffekterna och resursförbrukningen kartlagts för äpplen av olika ursprung fram till butik i Göteborg. Studien är gjord med ett livscykelperspektiv, det vill säga att äpplena har följts från anläggningen av en odling ända fram till dess att de finns i en butik i Göteborg. Den funktionella enheten för studien är 1 kg äpple i butik i Göteborg och de studerade producenterna finns på Nya Zeeland, i Frankrike och i Sverige. De tre studerade systemen har valts då de representerar en typisk overseasproducent (Nya Zeeland), en typisk mellaneuropeisk producent (Frankrike) och inhemsk produktion (Sverige) samt därför att samtliga länderna har stora marknadsandelar i Sverige. Studien är gjord med konventionell livscykelanalys utgående från LCA-Nordics och SETAC:s standard, med den komplettering att användandet av pesticider har studerats speciellt utförligt med hjälp av en holländsk modell för riskbedömning, USES 1.0.

Rapporten ger, förutom resultaten, en utförlig systembeskrivning av de tre systemen samt en beskrivning av den använda metodiken, både vad gäller pesticidvärderingen och den övriga livscykelanalysen. Resultaten har delats upp i två delar; dels resultaten av de tre livscykelanalyserna exklusive pesticidanvändandet, och dels analysen av effekterna från de använda pesticiderna.

När det gäller de förstnämnda resultaten kan man se tydligt att det flöde som har störst betydelse är energin och att den i första hand förbrukas genom transporterna. Energiförbrukningen för det nyzeeländska systemet är cirka fem gånger så stor som för det svenska medan det franska systemet är knappt tre gånger så energikrävande som det svenska. Det faktum att båttransport är ett energieffektivt transportmedel räknat per kilogramkilometer, visar sig inte kompensera den långa transporten från Nya Zeeland till Sverige. Lastbilstransporten från Frankrike slår också igenom mycket tydligt i resultaten, både vad gäller energiförbrukning och vissa av de andra effektkategorierna som till exempel bildning av fotokemiska oxidanter. Transporterna utgör således en god möjlighet till minskning av miljöbelastningen från det franska och det nyzeeländska systemet till exempel genom att utnyttja tågtransporter från Frankrike eller genom att utnyttja renare bränslen eller bränslesnålare fartyg för transporten från Nya Zeeland.

När det gäller pesticidanvändandet visar det sig att den använda metoden för bedömning av miljöpåverkan ger ett väsentligt annorlunda resultat än om man endast studerar de använda mängderna aktiv substans. Det visar sig i studien att det svenska odlingssystemet svarar för den minsta miljöpåverkan från pesticider i alla de tre påverkanskategorier som jämförts. Det nyzeeländska systemet har visat sig mindre miljöbelastande än det franska i två av de tre påverkanskategorierna vid bedömningen av den totala ekotoxiciteten från systemen, med en mycket liten skillnad i den tredje kategorin. De pesticider som svarar för den största miljöpåverkan och därigenom de största möjligheterna till förbättringar har också identifierats.

En totalbedömning av resultaten ger vid handen att det svenska systemet är avsevärt mindre miljöbelastande än de båda andra både vad avser livscykeln i stort och användandet av pesticider. Den nyzeeländska odlingen framstår som mindre belastande än den franska medan de övriga delarna av livscykeln, främst transporterna, ger en avsevärt större belastning än det franska systemets.

De metoder som använts har visat sig väl lämpade för ändamålet, speciellt intressant är de resultat som framkommit genom att göra bedömningen av pesticiderna med hjälp av USES-modellen.

SUMMARY

This report is the written result from a study where the environmental effects and the resource consumption for apples of different origin has been followed to store in Gothenburg, Sweden. The study is made with a lifecycle perspective, e.g. the apples have been followed from the establishment of an orchard all the way until they are in the chosen store in Gothenburg. The functional unit of the study is 1 kg of apples in store in Gothenburg and the producers that have been studied are in France, Sweden and at New Zealand. These three systems have been chosen as they represent one typical overseasproducer (New Zealand), one typical mid-European producer (France) and domestic production. The study has been performed using conventional Life Cycle Assessment methodology originating from the standards in LCA-Nordic and SETAC. Apart from this the use of pesticides have been studied carefully under use of a Dutch model for riskassessment, USES 1.0.

The report gives, apart from the actual results, also an exhaustive description of the systems studied, a description of the methodology used both for the pesticideassessment and the conventional Life Cycle Assessment (LCA). The results has been partitioned in two parts; first the results for the three LCA:s minus the use of pesticides, and second the results from the assessment of the pesticides used.

According the first mentioned results it is obvious that the flow who has the greatest importance is the energy and that the energy mainly is consumed through the transports. The energy consumption for the New Zealand system is five to seven times as great as the Swedish and the French system requires a little bit less than three times the Swedish energy consumption. It is shown in the study that even if boat transport is energy efficient calculated per kilogramkilometer it doesn't compensate for the extreme long distance transport from New Zealand to Sweden. The truck transport from France is also quit important for the energy consumption in, and the environmental load from, the French system. Thus the transport offers a great possibility to decrease the environmental load from the French and New Zealand systems, for example through using train transports from France, using cleaner fuels or more energy efficient ships for the transport from New Zealand.

According to the use of pesticides in the studied systems it is shown that the results from the method used in this study for assessing the impact gives considerable different results than if the pesticide use is compared on the basis of active substance used. It is also shown that the Swedish growing system stands for the smallest environmental impact from the pesticide use in all three of the impact categories used for assessing the ecotoxicological impact. The New Zealand system has been showed to have less environmental impact than the French in two of the categories with very small difference in the third. The pesticides who stands for the greatest impact and therefore are the most important to take away or replace, have been identified for all the systems.

A overall assessment of the results shows that the Swedish system, that has been studied, cause clearly less environmental load than the two others, both according to the total Life Cycle and the use of pesticides. The New Zealand growing appears to be a less burden for the environment than the French, but the other parts of the Life Cycle, especially the transports, gives a considerable greater load than the load from the French system.

The methods that have been used have shown to be well suited for the purpose and especially interesting is the results from the assessment of the pesticides who have been achieved using the USES 1.0 model.

1 INLEDNING	11
1.1 Dagliga val - men svåra.	11
1.2 Livscykelanalys	11
1.2.1 Inledning	11
1.2.2 Livscykelanalysens historia och utveckling	12
1.2.3 Livscykelanalysens grunder och användande	13
1.3 Måldefinition och omfattning	14
1.3.1 Syftet med analysen	14
1.3.2 Omfattningen	15
1.3.3 Funktionell enhet	16
1.4 Inventering	16
1.5 Effektanalys	16
1.5.1 Klassificering	17
1.5.2 Karakterisering	17
1.5.3 Värdering	17
1.6 Förbättringsanalys	18
2 MÅLDEFINITION	18
2.1 Syftet med studien	18
2.2 Initiativtagare och målgrupp	19
2.3 Studieobjektet	19
2.3.1 Funktionell enhet (FU)	19
2.3.2 Enskild odlare - medelvärden	20
2.3.3 Tidsaspekter	20
2.4 Omfattning och avgränsningar	21
2.4.1 Från vaggan till graven	21
2.4.2 Omfattningen	21
2.4.3 Tillverkning av kapitalvaror	22
2.4.4 Tillverkning av insatsmedel	22
2.4.5 Avgränsningar mot andra produkters livscykler	23
2.4.6 Geografiska avgränsningar	23
2.4.7 Avgränsningar gentemot natursystem	23

2.4.8 Datakvalitet	24
2.4.9 Värdering	24
3 SYSTEMBESKRIVNING SVERIGE	24
3.1 Den svenska äppelproduktionen	24
3.2 Den studerade odlingen	25
3.3 Anläggningsfasen	27
3.3.1 Dränering	27
3.3.2 Kalkning	28
3.3.3 Jordbearbetning	28
3.3.4 Plantering	29
3.3.5 Gödsling	29
3.3.6 Bevattning	30
3.3.7 Beskärning	30
3.3.8 Kemisk bekämpning	31
3.4 Odlingsfasen	32
3.4.1 Beskärning	32
3.4.2 Ogräsbekämpning	32
3.4.3 Gödsling	33
3.4.4 Växtskydd	34
3.4.5 Bevattning	35
3.4.6 Skörd	36
3.5 Transport till packhus	36
3.6 Lagring	37
3.7 Sortering och packning	37
3.8 Transport till ASK-centralen	38
3.9 Transport ASK - Frans A. Sandén AB	38
3.10 Transport Hilding Jansson's - ICA Åkerredshallen	38
4 SYSTEMBESKRIVNING NYA ZEELAND	39
4.1 Nya Zeeländsk äppelproduktion	39
4.2 Den studerade odlingen	39
4.3 Anläggningsfasen	41

4.3.1 Dränering	41
4.3.2 Kalkning	41
4.3.3 Gödsling	41
4.3.4 Jordbearbetning	42
4.3.5 Plantering	42
4.3.6 Bevattning	43
4.3.7 Växtskydd	43
4.4 Odlingsfasen	44
4.4.1 Beskärning	44
4.4.2 Ogräsbekämpning	44
4.4.3 Gödsling	45
4.4.4 Växtskydd	45
4.4.5 Bevattning	48
4.4.6 Skörd	48
4.4.7 Transport till packhus	48
4.4.8 Sortering och packning	49
4.4.9 Transport EEC packhus - ENZA kyllager	49
4.4.10 Lagring i ENZA:s kyllager	49
4.4.11 Transport kyllager - hamn	50
4.4.12 Transport Nya Zeeland - Sverige	50
4.4.13 Lagring på Malmö sjöterminal	50
4.4.14 Transport till Göteborg	50
4.4.15 Hantering i Göteborg	51
4.4.16 Transport till butik	51
5 SYSTEMBESKRIVNING FRANKRIKE	51
5.1 Den Franska äppelproduktionen	51
5.2 Den studerade odlingen	52
5.3 Anläggningsfasen	53
5.3.1 Dränering	54
5.3.2 Kalkning	54
5.3.3 Gödsling	54
5.3.4 Jordbearbetning	55

5.3.5 Plantering	55
5.3.6 Bevattning	56
5.3.7 Växtskydd	56
5.4 Odlingsfasen	58
5.4.1 Beskärning	59
5.4.2 Ogräsbekämpning	59
5.4.3 Kemisk gallring	60
5.4.4 Hagelskydd	60
5.4.5 Gödsling	61
5.4.6 Växtskydd	61
5.4.7 Bevattning	64
5.4.8 Skörd	64
5.4.9 Efterbehandling	65
5.5 Transport till packhus	65
5.6 Sortering och packning	66
5.7 Lagring	66
5.8 Transport till Sverige	67
5.9 Hantering i Göteborg	67
5.10 Butik	67
6 KLASSIFICERING	68
6.1 Inledning	68
6.2 Effektkategorier	68
6.3 Klassificering samt karakteriseringsindex för inventeringsresultaten	69
6.3.1 Resursförbrukning - Energi och Material	69
6.3.2 Hälsoeffekter - Toxikologiska effekter	70
6.3.3 Bidrag till växthuseffekten	70
6.3.4 Nedbrytning av stratosfäriskt ozon	71
6.3.5 Förurning	71
6.3.6 Eutrofiering	72
6.3.7 Bildning av fotokemiska oxidanter	72
6.3.8 Ekotoxikologiska effekter	73
6.3.9 Inflöden som inte följts till "vaggan"	73

7 RESULTAT	74
7.1 Scenarier	74
7.2 Resursförbrukning energi	74
7.2.1 Elproduktion	75
7.2.2 Total energiförbrukning för de olika scenarierna	76
7.2.3 Energiförbrukningen för de tre systemen uppdelad på delmoment	76
7.2.4 Energiförbrukningens fördelning i odlingsfasen	77
7.3 Resursförbrukning vatten	77
7.4 Hälsoeffekter - toxikologiska effekter	78
7.5 Bidrag till växthuseffekten	78
7.6 Nedbrytning av stratosfäriskt ozon	79
7.7 Förurning	79
7.8 Eutrofiering	80
7.9 Bildning av fotokemiska oxidanter	80
7.10 Ekotoxikologiska effekter	81
8 BEDÖMNING AV MILJÖPÅVERKAN FRÅN PESTICIDANVÄNDANDET	81
8.1 Översiktlig beskrivning av USES 1.0	82
8.2 Anpassning av USES 1.0 till LCA-ändamål	83
8.3 Använda data för bedömning av systemens pesticider	84
8.4 Beräkningsgång för bedömning av miljöpåverkan av de studerade pesticiderna	84
8.5 Resultat av bedömningen	85
8.5.1 Påverkan på akvatiska system	85
8.5.2 Påverkan på terrestra system	86
8.5.3 Påverkan på humana system	87
8.6 En jämförelse mellan att räkna på basen FU och på arealbasis	88
8.7 Diskussion av metoden	89
9 DISKUSSION	90
9.1 Inledning	90
9.1.1 Avkastningen	90
9.2 Miljöpåverkan av de studerade systemen (exklusive pesticidanvändandet).	90
9.2.1 Energi	91

9.3 Miljöpåverkan av de använda pesticiderna	92
9.3.1 Akvatiska system	92
9.3.2 Terrestra system	92
9.3.3 Humana system	93
9.4 Sammanfattande bedömning	93
9.5 Förbättringsanalys / Hot spots	94
9.5.1 Det svenska systemet	94
9.5.2 Det nya zeeländska systemet	94
9.5.3 Det franska systemet	94
10 REFERENSFÖRTECKNING	95
APPENDIX A Energiförbrukning för framställning av pesticider	99
APPENDIX B Indata för bedömning av pesticider	107
APPENDIX C Energiförbrukning för tillverkning av handelsgödsel	115
APPENDIX D-E	117-
1	

INLEDNING

1.1 Dagliga val - men svåra.

Vi har råkat ut för det nästan alla "...franska, svenska eller kanske nyzeeländska, hmm vilka äpplen skall jag välja? De ser ju goda ut allihop, men frågan är hur de påverkar miljön. Ja, de sprutar ju äpplen mycket och så har de färdats långt, hmm och efterbehandlar dem gör man visst också..., nej jag gör som jag alltid gjort istället för att fundera, jag köper dem från ...". Det är inte lätt att stå vid frukt- och gröntdisken och försöka avgöra hur man skall välja för att handla till exempel äpplen med så låg miljöbelastning som möjligt.

I detta arbete görs ett försök att göra samma val, men lite mer metodiskt än det sätt man använder i butiken, och framför allt med betydligt fler och mer vederhäftiga ingångsdata. Livscykelanalysen är dock ingen beslutsmaskin, utan bara ett hjälpmedel för att fatta riktiga beslut, så själva beslutet lämnas till dig som läsare.

1.2 Livscykelanalys

1.2.1 Inledning

Från och med miljöfrågornas väckande i mitten av 60-talet till någon gång på 80-talet var det ganska tydligt vilka som var de akuta miljöhoten. Det fanns gott om föroreningsutspyende skorstenar, många orenade avloppsvattenutsläpp och mängder av okunskap och ovilja att rätta till. Det krävdes akuta åtgärder av så kallas "end of pipe"-typ, det gällde helt enkelt att täppa till hålen. I stora delar av världen är man just nu mitt i detta stadium och vad värre är; vissa länder är just på väg in i det. Här i Sverige, och åtminstone i övriga Norden, har inte vår sinnebild av miljöproblemen som en rykande skorsten samma giltighet längre. Miljöproblemen i nuläget domineras istället av sådant som långlivade kemiska ämnen, gränsöverskridande luftföroreningar och utsläpp orsakade av de enskilda människornas livsföring. Sammanfattningsvis kan man säga att miljöproblemen har blivit betydligt mer diffusa.

Livscykelanalys är ett redskap för att få ett grepp om källorna till dessa diffusa miljöeffekter. Man måste gå ett eller flera steg till. För att åstadkomma en hållbar utveckling måste vi förändra vår samhällsstruktur, vi måste förändra den så att de "proppar" som vi satte i under 60- till 80-talen inte längre behövs. LCA kan här vara ett viktigt hjälpmedel för att se var den största miljöpåverkan finns. Tiderna förändras som vi alla vet; från att ha drivits av "rabiata miljöaktivister" under 60- och 70-talen har nu miljöfrågorna, via konsumenterna, hamnat på företagets dagordning. Miljömedvetande

har blivit ett försäljningsargument, men det är inte lätt att veta vilka förändringar av en produkt eller en produktion som verkligen är miljömässigt befogade ur ett helhetsperspektiv. LCA är ett användbart verktyg för att ta fram beslutsunderlag både för att välja mellan likvärdiga produkter och för att välja mellan olika framställningsprocesser för en produkt såväl som för att identifiera var i en produkts eller tjänsts livscykel det är lämpligast att göra insatser för att minska dess miljöpåverkan.

1.2.2 Livscykelanalysens historia och utveckling

LCA kan sägas ha sina rötter i de energianalyser som gjordes i samband med oljekriserna på 60-talet och i början av 70-talet. Dessa tog i allmänhet inte hänsyn till emissioner, men däremot baserade de sig på ett livscykel tänkande liknande det som utnyttjas i dagens analyser. 1969 gjordes en studie av olika förpackningar för Coca-Cola i USA, vilken genomfördes med en metod som kallades Resource and Environmental Analysis (REPA), och som både omfattade energi och emissioner (Hunt et al., 1992). Intresset för analyser av denna typ svalnade dock under slutet av 70-talet och de återkom inte förrän i slutet av 80-talet i samband med ett ökat intresse för miljöfrågor hos allmänheten och därmed ökade krav på produkter och produktion. Det är främst i nordvästra Europa, Nordamerika samt i någon mån i Japan som livscykelanalyser utnyttjats. Även utvecklingen av metodiken och den mycket viktiga standardiseringen har skett i Nordamerika och Nordvästeuropa (SNV, 1994).

Den kanske mest betydande aktören på området är SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) som är en sammanslutning av ungefär 2500 enskilda och organisationer med syftet att vara ett forum för såväl forskare som anställda i industri och myndigheter. SETAC:s arbete på LCA området inleddes i början av 90-talet med ett expertmöte i Vermont, USA, i augusti 1990. Detta möte resulterade i en rapport "A Technical Framework for Life Cycle Assessment" och följdes sedan av flera sådana möten med en dokumentation som inom området närmast är att betrakta som standardverk. Den viktigaste av dessa lades fram efter en workshop 1993; *Guidelines for Life-Cycle Assessment: 'A code of practice'* (SETAC, 1993). ISO (International Organisation for Standardisation) startade 1993 arbetet med LCA inom den tekniska kommittén Environmental Management (TC 207). Det övergripande syftet för kommittén är att ta fram standarder för miljöledningssystem och sannolikt kommer arbetet på LCA-området i stor utsträckning att baseras på de resultat som uppnåtts inom ramen för SETAC:s arbete (SNV, 1994). I Holland har man arbetat mycket med metodfrågor och bland annat har miljö- och energiministeriet givit ut en så kallad guideline för LCA och det kom 1995, från CML¹, en praktisk handbok *Beginning LCA*. När det gäller EU:s arbete har LCA metodikutveckling funnits med i miljöforskningsprogrammet sedan 1994.

¹The Centre for Environmental Science of Leiden University

1.2.3 Livscykelanalysens grunder och användande

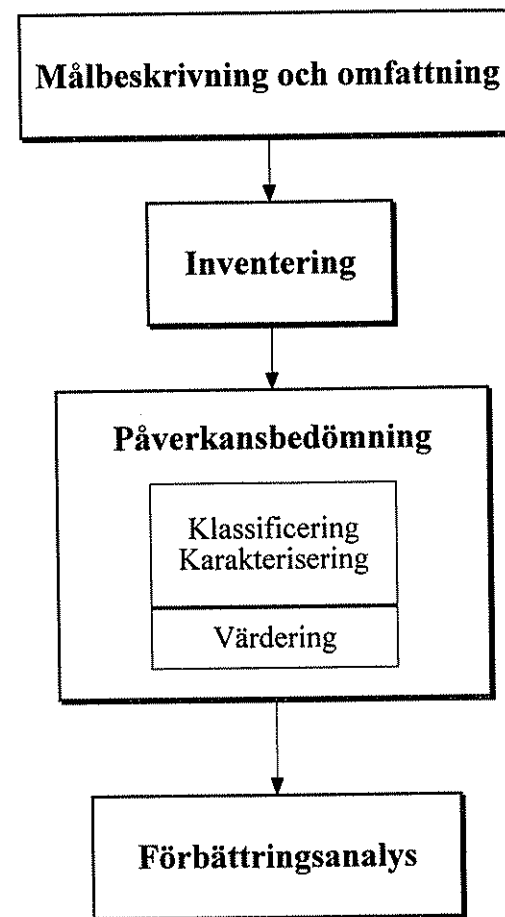
Livscykelanalysen² (LCA) är en metod för att analysera och värdera en produkts eller en tjänsts miljöpåverkan genom hela dess livscykel, "från vaggan till graven". Ur en livscykel beaktas därvidlag exempelvis utvinningen av råvaror, resursuttaget i och med denna utvinning, transporternas miljöpåverkan, tillverkning, användande, återvinning eller återanvändning och avfallsdeponering. En livscykelanalys kan vara av flera olika typer, till exempel:

- Jämförande LCA mellan alternativa produkter eller aktiviteter
- Jämförande LCA mellan alternativa processer för att framställa samma produkt
- LCA för att identifiera de delar av livscykeln för en produkt eller tjänst som ger störst bidrag till dess miljöbelastning.

LCA kan komma till användning både för företag, myndigheter och konsumenter. Företagen kan t.ex. vara intresserade av att jämföra olika möjliga tillverkningsprocesser för samma produkt eller för att vara en vägledning för konsturktörernas arbete med att välja miljövänliga material. Myndigheternas användning av LCA kan till exempel vara undersökande av effekterna av förändrade sophanteringssystem eller som ett hjälpmedel för att framställa långsiktiga strategier för materialanvändande och resursbevarande (Lindfors et al., 1995). För konsumenterna kan LCA spela en stor roll när det gäller en mer omfattande miljömärkning; vissa av de nuvarande metoderna och kriterierna tar inte något helhetsgrepp om produkterna, utan bedömer endast miljömässigheten ur ett perspektiv. Detta arbete baserar sig på den struktur för LCA som SETAC presenterar i sin Code of Practice (SETAC, 1993) och nedanstående beskrivning av metoden kommer således utgå från den strukturen. I figur 1.1, nedan, framgår strukturen enligt SETAC och därefter beskrivs de ingående delstegen.

²Eng. Life Cycle Assessment, vilket ger en bättre bild av vad metoden innebär.

Figur 1.1: Livscykelanalysens struktur. (Efter SETAC, 1993).



1.3 Måldefinition och omfattning

I det första delsteget, måldefinition och omfattning, läggs grunden för hela analysen i och med att man här bland annat fastställer syftet med studien, systemgränserna, funktionell enhet, krav på datakvalitet samt redovisar vilka grundläggande antaganden man har gjort. Man skall dock ha klart för sig att det inte går att göra en fullständig måldefinition direkt, man måste gå tillbaka och omarbete den under analysens gång (van den Berg et al., 1995), i linje med LCA-metodikens iterativa natur.

1.3.1 Syftet med analysen

Det är mycket viktigt att syftet med analysen beskrivs liksom hur det är tänkt att den skall användas. Om man slarvar med detta finns det risk att studien används utanför det område där den egentligen har giltighet. Här skall också klargöras hur datainsamlingen skall ske och om data är specifika eller om de är medelvärden, vilket påverkar studiens giltighet. En grundpelare i metoden är att studier gjorda med den skall vara lätt att tränga in i och att

kontrollera giltigheten av, vilket innebär att kraven på transparens är höga. En effekt av detta är att uppgifter om vem som beställt eller finansierar en studie och vem som gjort den skall redovisas i måldefinitionen.

1.3.2 Omfattningen

Systemgränserna och detaljeringsnivån är inte statiska, utan kan förändras under studiens gång, speciellt under inventeringen, men de skall likväl beskrivas noggrant i början av rapporten. Systemgränser skall sättas gentemot flera olika externaliteter. För det första måste det studerade systemet eller systemen avgränsas mot natursystem, vilket kan innebära till exempel att bestämma var vaggan och graven för produkten finns. Ett antal frågor skall besvaras som till exempel: Skall utvinning av malm för ståltillverkning och skall deponering av produktionsavfall innefattas i studien? Vilka emissioner skall tas med; både till luft och vatten eller bara till luften? Skall elproduktionen räknas tillbaka till primärenergikällor eller inte?

Den studerade livscykeln skall också avgränsas gentemot andra produkters livscykler, annars finns det en risk att man kommer att försöka beskriva hela världen. Eftersom många produkters livscykler är sammanlänkade och dessa sedan i sin tur är länkade till andra kommer det studerade systemet snabbt att växa ut till ohanterliga proportioner om man inte avgränsar sig ordentligt. En annan avgränsning gentemot andra produkter som måste göras är den gentemot eventuella biprodukter. Denna avgränsning innebär dessutom i sin tur ofta att man tvingas att göra någon form av allokering av emissioner och energiförbrukning mellan den studerade produkten och dess biprodukt. Denna allokering kan göras på olika sätt; man kan t.ex. låta den studerade produkten bära hela bördan, man kan allokera på mass-, volyms- eller molarbasis, eller också kan man genomföra allokeringen baserad på de olika flödenas ekonomiska värde.

Geografiska systemgränser skall sättas bland annat därför att olika delar av en produkt eller insatsmedel för en tillverkning kan vara producerade i olika delar av världen, infrastrukturen till exempel för elproduktion kan variera och att känsligheten för olika typer av miljöpåverkan kan skilja sig mellan olika geografiska regioner. Vidare skall ett tidsperspektiv sättas på studien, vilket i sin tur kan påverka hur långt man skall följa en produkt mot dess vagga eller grav. En typ av tidsmässig avgränsning kan också vara att fastställa en gemensam studietidpunkt för flera jämförda produkter.

En viktig avgränsning är den gentemot produktionskapital och personal. Vid produktionen av en produkt används i allmänhet maskiner och det krävs oftast personal som sköter dem. Frågan är då i vilken utsträckning tillverkningen av dessa maskiner respektive den mat som personalen äter etcetera skall tas med i analysen. Att sätta dessa gränser är således ett viktigt led i att göra studiens omfång hanterbart.

1.3.3 Funktionell enhet

En livscykelanalys görs på en beräkningsgrund som kallas funktionell enhet. Den funktionella enheten skall fastställas i måldefinitionen och den skall spegla den studerade produktens eller de jämförda produkternas funktion. Den funktionella enheten kan vara av olika typ; den kan vara till exempel antal liter av en dryck, personkilometer eller som i denna studie ett kilo äpplen. I vissa fall måste också en tidsaspekt vägas in då de jämförda produkterna har olika lång livslängd, exempelvis har detta gjorts i en studie av taktäcknings material då enheten var $\text{m}^2 \cdot \text{år}$ (Erlandsson & Jönsson, 1993).

1.4 Inventering

I inventeringsfasen skall det studerade systemet analyseras utifrån den måldefinition som satts upp. Analysen innebär att inflöden till systemet, som energi och råvaror, liksom utflöden som emissioner till luft och vatten samt fast avfall, inventeras och kvantifieras. De systemgränser som satts upp i måldefinitionen måste i allmänhet justeras under inventeringsfasen. Datainsamlingen kan behöva göras från en mängd olika källor, men framförallt kan man skilja på två huvudtyper av indata; specifika- eller ickespecifika. Fördelen med att utnyttja specifika data för sin analys är att detta höjer vederhäftigheten i studien jämfört med att använda medelvärden eller schabloner. Däremot kan det vara enklare att få fram data om man bestämmer sig för att utnyttja sig av de två senare datakällorna. En stor del av inventeringsfasen tas i allmänhet upp av beräkningsarbete; först skall massbalansen lösas, det vill säga flödet genom varje aktivitet i det studerade systemet skall sättas i relation till flödet av den funktionella enheten. Därefter multipliceras detta flöde med de emissioner, resursförbrukningar och energiflöden som aktiviteten bidrar med per funktionell enhet. Slutligen summeras alla in- och utflöden för hela det studerade systemet. Dessa beräkningar blir snabbt omfattande och det är nödvändigt att utnyttja datorverktyg om det studerade systemet inte är mycket enkelt.

1.5 Effektanalys

De in- och utflöden som identifierats och kvantifierats i inventeringen orsakar olika typer av effekter på samhället som till exempel emissioner, som påverkar klimat och hälsa, och förbrukning av ändliga resurser. I effektanalysen beskrivs och kvantifieras denna påverkan för de olika påverkanskategorierna, vilka sedan också kan sammanvägas till ett index för systemets miljöpåverkan. Effektanalysen består av tre delmoment; klassificering, karakterisering och värdering.

1.5.1 Klassificering

Det finns flöden, eller substanser, som orsakar en specifik miljöeffekt och det finns de som bidrar med påverkan till flera olika effekter och det finns dessutom de som tillsammans med andra kan ge upphov till vissa effekter. I klassificeringen väljs ett antal påverkanskategorier, till exempel nedbrytning av stratosfäriskt ozon, bidrag till växthuseffekten och bildning av fotokemiska oxidanter, ut på ett sådant sätt att de ger en så heltäckande bild som möjligt utan att gå in i varandra och därmed ge risk för dubbelräkning av vissa effekter. Därefter sorteras flödena in efter de kategorier som de bidrar till, vilket innebär att ett flöde kan finnas med i flera olika kategorier (se figur 1).

1.5.2 Karakterisering

I karakteriseringen multipliceras de olika flödena med en ekvivalent, till exempel räknas försurning i H^+ -ekvivalenter och växthuseffekten i GWP (Global Warming Potential), för att sedan summeras kategorivis. Man kan nu se systemets totala påverkan på varje kategori mätt i en påverkansekvivalent, ett slags första miljöprofil. Klassificeringen och karakteriseringen bygger båda på vedertagna naturvetenskapliga resultat, vilket gör att man kan välja att göra detta till en slutpunkt i sin studie om man inte vill ha någon risk för subjektivitet.

1.5.3 Värdering

Syftet med värderingen är att skapa ett enda index för systemets totala miljöpåverkan. Detta kan dock inte göras med naturvetenskapliga metoder, utan här måste, som namnet antyder, subjektiva värderingar utnyttjas. Värderingen har störst värde vid en jämförande analys och speciellt då det efter karakteriseringen är stor spridning på miljöprofilerna, ett system kanske har stor påverkan på ozonskiktet, medan ett annat ger ett stort bidrag till växthuseffekten. Flera olika metoder för värdering har utarbetats, med den huvudsakliga skillnaden att värderingsgrunden är olika. Den svenskutvecklade metoden EPS, som utvecklats av Institutet för vatten- och luftvårdsforskning (Steen & Ryding, 1993), tar sin utgångspunkt i ett antal skyddsobjekt och betalningsviljan för att skydda dessa. Betalningsviljan sammanvägs sedan med varje substans påverkan på skyddsobjektet och summeras ihop till en total ELU (Environmental Load Unit) per kg emission eller resurs som i sin tur multipliceras med det aktuella flödet. Totalsumman ELU för hela det studerade systemet utgör sedan systemets värderingsindex.

Metoden Ekologisk knapphet har utvecklats i Schweiz och tar sin utgångspunkt i kvoten mellan den aktuella belastningen av en viss förorening och den kritiska belastningen av

samma ämne³. Kvoten multipliceras sedan med det flöde av föroreningen som identifierats i inventeringen. Den kritiska belastningen kan antingen vara en politiskt fastslagen nivå, eller en nivå som på naturvetenskapliga grunder sagts vara den maximala för att systemet skall vara uthålligt.

WET⁴-metoden tar sin utgångspunkt i klassificeringen och karakteriseringen genom att man dividerar påverkan i varje kategori från den studerade produkten med den totala påverkan i den kategorin i ett visst geografiskt område. Detta resulterar i en påverkanskvot som visar hur mycket av en viss miljöpåverkan som beror på den studerade produkten. Påverkanskvoterna vägs sedan samman med hjälp av viktningsfaktorer, vilka skall jämföra allvarligheten av de olika påverkanskategorierna med varandra. Viktningsfaktorerna kan bestämmas på olika sätt som till exempel politiskt eller med hjälp av expertpaneler.

1.6 Förbättringsanalys⁵

I förbättringsanalysen identifieras och analyseras möjligheterna att minska miljöpåverkan från det studerade systemet. Formaliseringen av förbättringsanalysen har inte utvecklats så långt, men arbete med detta pågår just nu inom ramen för SETAC.

2 MÅLDEFINITION

2.1 Syftet med studien

Syftet med föreliggande livscykelanalys är att öka kunskaperna om miljöbelastningarna av den handel med äpplen som SABA trading bedriver. Vid samtal med Per Björkman, miljösamordnare på SABA trading, framförde denne att SABA genom studien vill "få kött på benen" för att på allvar kunna diskutera miljöeffekterna av sin verksamhet. Man tänker sig dock att resultaten kan få betydelse för framtida inköpsstrategier och vilka aktiviteter man skall centrera sitt miljöarbete på. SABA vill därmed att studien både skall vara en jämförelse mellan de tre alternativen och att studien skall visa vilka delaktiviteter i de studerade systemen som är mest miljöbelastande.

³Kan också vara kvoten mellan en viss mängd förbrukad resurs och den totala tillgången på resursen.

⁴Weighted Environmental Themes

⁵Eller känslighetsanalys

2.2 Initiativtagare och målgrupp

SABA Trading kontaktade i början av 1996 SIK med en förfrågan om institutet kunde göra en jämförande livscykelanalys på äpplen från olika leverantörer. SIK lämnade därefter ett förslag på hur studien skulle genomföras, bland annat att den skulle göras i form av ett examensarbete. SABA Trading sökte och beviljades därefter medel ur Antonia Ax:son, Johnsons Stiftelse för Miljö och Utveckling för att genomföra projektet. Studien är främst tänkt för internt bruk inom SABA, men i och med att den görs som ett examensarbete påverkar detta formen bland annat genom att metoddiskussionerna gjorts utförligare än om detta inte varit fallet.

2.3 Studieobjektet

Objektet för studien är äpplen vilka utbjuds till försäljning av SABA-trading och som är odlade i Frankrike, Sverige och på Nya Zeeland. SABA handlar med äpplen från alla dessa leverantörer beroende av tillgång och säsong, men man handlar också med många andra leverantörländer. Frankrike har valts för att det är ett typiskt mellaneuropeiskt land vad avser odlingsmetoder, samt att det är en av SABA:s största äppelleverantörer. Nya Zeeland har valts som representant för gruppen av overseasproducenter⁶ där det främst är de långa transporterna som är karakteristiskt. Sverige finns med i studien eftersom SABA vill göra jämförelse med frukt som inte importeras.

Ett grundläggande problem är att det inte odlas samma äppelsorter på dessa platser. Efter samråd med SABA trading valdes Golden Delicious som studieobjekt för den franska odlingen. Eftersom denna inte odlas på Nya Zeeland i någon större utsträckning valdes här istället den flitigt odlade Royal Gala, som är ett konsumtionsäpple av ungefär samma storlek. När det gäller Sverige är det svårare att hitta en frukt som motsvarar Golden Delicious eftersom den svenska frukten i allmänhet är ganska liten i storlek. Den sort som valdes, Mutzu, har dock liknande egenskaper som Golden Delicious, bland annat beroende på att Mutzu är en korsning mellan Golden Delicious och Indo⁷.

2.3.1 Funktionell enhet (FU)

Den funktionella enheten bör i enlighet med syftet med studien vara produktrelaterad eftersom det här är just tre olika produkter som skall jämföras. Det finns ett antal möjligheter till funktionella enheter för livsmedel; man kan jämföra på basis av exempelvis en viss mängd protein, energi eller fiberinnehåll, allt beroende av vilken typ av produkt det

⁶Jag kommer, i brist på svensk terminologi, även fortsättningsvis i rapporten utnyttja det i branschen vedertagna uttrycket *Overseas* för att beteckna frukt som fraktats långa sträckor per båt.

⁷Juhlin, 1995

är man jämför och till vilket syfte denna konsumeras⁸. För att kunna välja funktionell enhet måste man alltså fråga sig varför man äter ett äpple. Äpplen konsumeras i första hand som mellanmål eller som ingrediens i något bakverk, vilket innebär att det sällan är så att man i första hand äter äpplen för att tillgodogöra sig näringsämnen eller energi, utan åtandet syftar mest till att ge mättnadskänsla och gastronomisk tillfredsställelse. Detta talar sammantaget för att den lämpligaste enheten bör vara viktbaserad⁹, utan emballage. Storheten bör lämpligtvis sammanfalla med det, i Sverige, vanligaste handelsmättet kg. Således är den funktionella enheten för studien **1 kg äpplen**.

2.3.2 Enskild odlare - medelvärden

Vid en livscykelanalys är ett vanligt problem att bestämma om man skall studera en produkt från en enskild producent eller om man skall utnyttja medelvärden för producenterna i ett område eller land¹⁰. I detta fall finns det ett antal skäl som talar för att göra studien på specifika odlingar. För det första ökar vederhäftigheten i inventeringsresultaten; det finns en reell verklighet bakom siffrorna. För det andra är det mycket svårt att hitta medelvärden eller uppskattningar på de data som behövs för den studerade produktionen. I och för sig är målet med studien att generellt öka kunskapen om miljöeffekterna av SABA:s handel med äpplen, men detta mål kräver inte att man använder medelvärden för att uppfyllas. Vad som däremot krävs är att urvalet av studieobjekten sker med en viss omsorg, det gäller att inte få någon extrem åt något håll, utan en för det studerade landet typisk odlare. För att detta skall vara möjligt har forsknings- och rådgivningsverksamhet i de aktuella länderna konsulterats under studiens gång. Även i andra delar av livscyklerna än odlingen, till exempel vad gäller sortering, packning och lagring, är strävan att så långt som möjligt utnyttja specifika data istället för medelvärden eller uppskattningar.

2.3.3 Tidsaspekter

Eftersom äpplen är en färskvara inkluderar studien en tidsaspekt, vilket i sin tur gör att jämförelsetidpunkter måste fastställas. De olika alternativen sammanfaller inte helt i tiden utan finns tillgängliga för handel under olika perioder. Den nya zeeländska frukten finns i allmänhet i Sverige från april till och med juni, medan de svenska och franska odlarna kan leverera sin första frukt i mitten av augusti. De svenska äpplena finns sedan i handeln i minskande omfattning som längst till mars, medan den franska frukten, tack vare omfattande kyl- och CA-lagring finns tillgänglig ända fram till sommaren året efter skörd. En gemensam studietidpunkt är således omöjlig att finna och det som ligger närmast till

⁸Gaillard, 1995

⁹Visserligen är det vanligt att man äter ett äpple och inte exempelvis 100 g, men samtidigt sker all handel, transport och dylikt på viktbasis.

¹⁰Detta diskuteras t.ex. i Tillman & Baumann, 1995

hands är att därför att ha flera studietidpunkter. De svenska och franska äpplena studeras därför vid en tidpunkt kort efter skörd, vilket innebär i början av november¹¹. De nya zeeländska och franska äpplena studeras i mitten av maj, då de båda förekommer i handeln vid denna tidpunkt.

2.4 Omfattning och avgränsningar

För att en studie av tre system av den aktuella storleken skall kunna analyseras inom en rimlig tid krävs att kraftiga begränsningar görs. Detta stämmer också överens med syftet med studien, då detta är att få en översiktlig bild och inte en exakt beskrivning i varje detalj.

2.4.1 Från vaggan till graven

Omfattningen av systemen som studerats bestäms i stort av deras start- och slutpunkter, vaggan och graven¹². I det här fallet är startpunkten relativt tydlig, anläggandet av en äppelodling. Alternativet till detta skulle ha varit att ta början av ett odlingsår som vagg, men detta faller bland annat på att man i de olika länderna nyanlägger odlingarna med olika långa intervall och att insatserna i form av dränering och markberedning skiljer sig åt vid anläggandet. Livscyklernas slutpunkt nås när äpplena kommer till en specificerad butik i Göteborg. Att frukten inte följts vidare efter denna punkt motiveras för det första med att systemen därefter är lika för de studerade systemen, för det andra kommer, förutom en eventuell transport, nästa aktivitet vara att äpplena konsumeras, vilket innebär att det enda som eventuellt skulle tillkomma om frukten följdes längre är energiförbrukning och emissioner från en eventuell transport samt organiskt avfall.

2.4.2 Omfattningen

Med beaktande av de yttre gränser som livscyklernas start- och slutpunkter sätter upp omfattar studien emissioner och energiförbrukning från alla aktiviteter och transporter som krävs för att odla äpplen och få dem till butik. Viktigt att beakta är också att arbetsmiljöaspekter inte ingår i studien.

¹¹Visserligen har de franska äpplen lagrats en tid då, men den svenska skörden sker inte förrän mitten av oktober.

¹²Vilka båda naturligtvis är missvisande termer när det gäller biologiska system.

2.4.3 Tillverkning av kapitalvaror

Inom LCA är en vanlig fråga huruvida man skall ta med tillverkningen av kapitalvaror¹³, vilka krävs för att producera den studerade produkten, i analysen. Svaret blir i allmänhet att de skall tas med om det kan bedömas att bidraget till den totala miljöpåverkan har betydelse för slutresultatet. För det jordbruk i form av odling av spannmål har den bedömningen gjorts att effekten inte är försumbar eftersom maskinerna är stora och resurskrävande, de används ett fåtal timmar per år och att det krävs många maskiner per producerad enhet¹⁴. Här gäller det dock äppelodling och maskinerna som används i den odlingen är inte många och har dessutom lång livslängd varför deras andel i miljöbelastningen bedöms som låg. De kapitalvaror som är förknippade med fruktens hantering efter skörd som lager, sorteringsmaskiner och lastbilar är i alla tre systemen relativt omfattande, men utnyttjas i gengäld för mycket stora fruktvolymer. Enligt Tillman & Baumann (1995) kan man, vid en jämförande studie, utesluta tillverkningen av kapitalvaror om de jämförda alternativen innefattar samma kapitalvaror i samma mängder. Med beaktande av ovanstående har produktionen av kapitalvaror inte behandlats ytterligare i denna livscykelanalys.

2.4.4 Tillverkning av insatsmedel

Vid äppelproduktion med konventionella metoder används insatsmedel i form av gödsel- och växtskyddsmedel. Båda dessa produceras med metoder som är energiintensiva och som orsakar emissioner till luft och vatten. I denna studie har energiförbrukningen för att tillverka insatsmedlen tagits med men inte de eventuella emissionerna från tillverkningsprocesserna. Energiförbrukningen vid processerna har tagits med då dess betydelse för den totala energiförbrukningen vid biologisk produktion ofta diskuteras och då det visat sig möjligt att ta fram uppgifter på dess storlek. Enligt Audsley et al. (1996) kan processemissionerna vid tillverkningen av pesticider uteslutas då de i vart fall är avsevärt mindre än emissionerna vid användandet av produkten. Svårigheten att få fram vederhäftiga data i kombination med den bedömningen gör att dessa emissioner har uteslutits från denna studie. När det gäller emissionerna från gödselmedeltillverkningen har dessa exkluderats då det varit allt för svårt att få fram data för tillverkningsprocesserna av de relativt ovanliga gödselmedel som används vid äppelodlingen, speciellt i det svenska systemet.

¹³Maskiner, byggnader, fordon etc.

¹⁴Sleeswijk et al. 1996

2.4.5 Avgränsningar mot andra produkters livscykler

En av de avgränsningar mot andra produkters livscykler som gjorts har tagits upp ovan i 2.4.4 nämligen den gentemot insatsmedel som inte inlemmas i de studerade livscyklerna mer än avseende energiförbrukningen vid tillverkningen. I alla tre systemen finns biprodukter av produktionen i form av äpplen av lägre kvalitet än de studerade¹⁵. Detta innebär att en allokering av insatserna i odlingen måste göras mellan de olika kvaliteterna. Eftersom skillnaden mellan produkt och biprodukt i det här fallet är liten har en massallokering gjorts i studien, vilket innebär att biprodukterna på viktsbasis får bära en lika stor belastning som den studerade frukten. Emballaget har uteslutits då studien är jämförande och frukten i alla systemen packas på ett likvärdigt sätt. Vid bedömning av den totala miljöpåverkan av ett av systemen skall förpackningen vägas in. I samtliga systemen är förpackningsmaterialet wellpapp vilket finns noggrant studerat i bland annat Fefco et al. (1996).

2.4.6 Geografiska avgränsningar

I så stor utsträckning som möjligt har hänsyn tagits till var en viss aktivitet eller transport har skett, vilket bland annat tar sig uttryck i att elkonsumention är omräknad till de primärenergikällor som utnyttjas i det land där elektriciteten förbrukas. Vad som däremot inte har fått genomslag är att utsläpp från till exempel overseastransporten från Nya Zeeland sker på en sträcka av över 2000 mil, utsläppen räknas som om de skedde på en plats. Studien omfattar inte parametern markanvändning med motiveringen att detta är ett allt för utvecklat område för att kunna ta med i en studie av denna omfattning.

2.4.7 Avgränsningar gentemot natursystem

Läckage av näringssalter har inte tagits med i denna studie då det bör vara ungefär lika stort i de tre systemen och dessutom, med de tillförda mängderna och på de aktuella jordarna, kan förväntas vara små (Hoffman, 1996). När det gäller de använda pesticiderna behandlas de utförligt i kapitel 8, men en grundläggande avgränsning när det gäller spridandet av dem är att hänsyn till vindavdrift inte gjorts. Denna avgränsning innebär dock inte annat än att en viss del av bekämpningsmedlen vid avdrift i verkligheten blir en luftemission och i studien behandlas som en emission till mark eftersom beräkningarna i kapitel 8 baserar sig på den mängd pesticider som sprids per hektar.

¹⁵I Frankrike och Sverige industrifrukt och på Nya Zeeland dessutom frukt för den lokala marknaden.

2.4.8 Datakvalitet

I denna studie är det av största vikt att få bra data vad gäller odlingsfasen då det är denna som är unik för just äppelproduktionen, medan det är möjligt att pruta något på datakvaliteten för anläggningsfasen då denna utgör en mycket liten del av hela livscykel. Kvaliteten i indata för transporter är också av högsta vikt då de utgör en mycket betydelsefull del av systemens livscykler. Det är uppenbart att vissa aktiviteter i de tre livscyklerna i det närmaste är identiska, vilket innebär att man vid en rent jämförande analys skulle kunna bortse ifrån dem, men i och med att syftet också omfattar att resultatet skall ge en översikt över systemen är detta inte möjligt i denna studie.

2.4.9 Värdering

Någon värdering har inte gjorts i denna studie. Anledningen till detta är att de resultat som framkommit visade sig i stort bero på två parametrar; energianvändningen och utnyttjandet av pesticider. Med den metod som använts för att bedöma pesticidernas påverkan finns ingen möjlighet att sammanväga dessa resultat med de som framkommit från den övriga livscykel. Det är dessutom fullt möjligt att få en uppfattning om systemens miljöpåverkan även om man måste se till två olika påverkanskategorier, pesticider och övriga livscykel; man kan säga att bedömningen av pesticiderna utgör en sextonde påverkanskategori.

3 SYSTEMBESKRIVNING SVERIGE

3.1 Den svenska äppelproduktionen

Man har ätit äpplen länge i Sverige, vid utgrävningar har man hittat 4000 år gamla rester av äpplen, men till en början rörde det sig, såvitt man vet, om vildäpplen som plockades i skogarna (Johnsson, 1988). Den första odlingen av äpplen var antagligen ett resultat av kristendomens utbredande i Sverige, munkarna var välutbildade inom trädgårdsodling och behärskade bl.a. ympningstekniken och korsning för att få fram bättre frukt. Det dröjde dock ända fram till slutet av 1800-talet innan man började odla frukt kommersiellt i Sverige och då startade detta i Kivikstrakten och senare också i Båstad. Arealen med äppelodling ökade sedan till slutet av 40-talet då kulmen nåddes (Johnsson, 1988). Den odlade arealen äpplen var år 1970 2691 ha (SCB Pers. medd., 1996), men på senare år har arealen minskat kraftigt och var 1993 nere i 1822 ha varpå man skördade 17562 ton äpplen (SCB, 1996). En av förklaringarna till den kraftiga arealminskningen är att odlarna under åren 1989-1991 kunde få ett röjningsbidrag. Bidraget fördelades dock utan några villkor för den framtida användningen av marken varför den röjda marken i stor utsträckning återplanterades (SOU 1992:119). Detta har fått till effekt att arealminskningen inte i lika

stor utsträckning återspeglas i mängden bärgad skörd. Den största delen av äppelodlingen finns även nu i södra Sverige; 1986 fanns mer än 85 % av den odlade arealen inom Kristianstads- och Malmöhus län (Johnsson, 1988). En stor del av den svenska fruktodlingen¹⁶ bedrivs på små enheter, 1990 var medelstorleken ca 4,8 ha, och ofta som ett komplement till förvärvsarbete (SOU 1992:119). Sortmässigt är Ingrid Marie absolut störst och därefter följer Cox Orange (Juhlin pers.medd., 1996). Av hävd har ofta ganska magra jordar använts för äppelodling, inte för att det i sig är bättre utan för att den bättre jorden förr användes till spannmål. Det troligen största enskilda problemet för äppelodlingen är skorv, en svampsjukdom som speciellt uppträder vid fuktigt klimat. Skorven, liksom också de förekommande insektsangreppen, bekämpas till helt övervägande del på kemisk väg (Juhlin pers.medd., 1996).

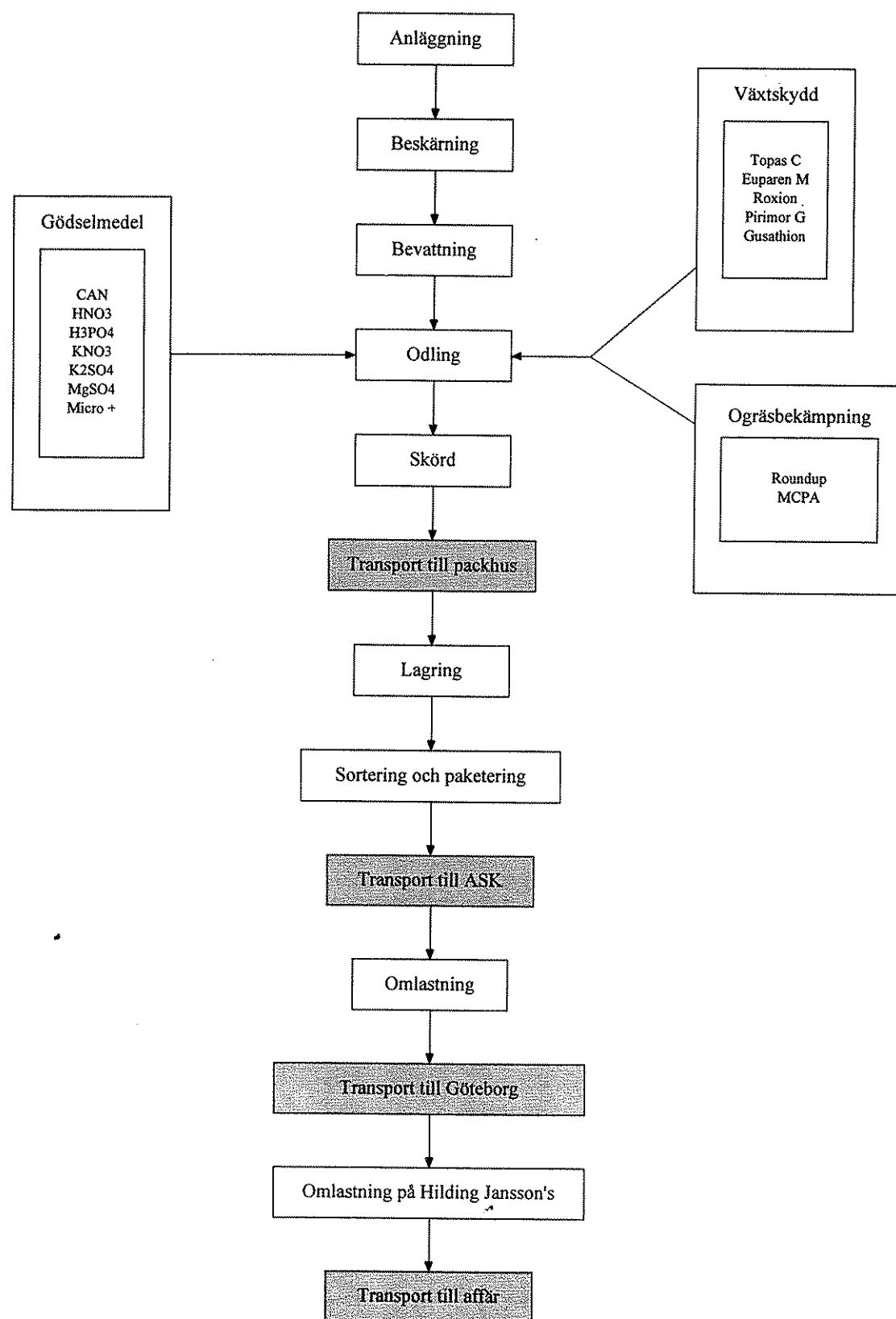
3.2 Den studerade odlingen

Föreliggande fallstudie har gjorts på en odling som valts ut i samråd med fruktodlingsrådgivaren Per Juhlin på lantbruksenheten i Kristianstads län samt med uppköparsidan representerad av SABA trading och ASK-centralen. Odlingen ligger strax utanför Helsingborg, det vill säga, inte i det mest intensiva fruktodlingsområdet omkring Kivik, men inom samma klimatzon (Zon I). Fruktodlingen omfattar¹⁷ cirka 50 ha uppdelat på två brukningsenheter som ligger 7 km ifrån varandra. Således är den studerade odlingen betydligt större än medelstorleken i Sverige. På den ena av brukningsenheterna finns också ett eget packhus samt ett kyllager. Odlaren har tidigare tillämpat integrerad produktion, men har nu lämnat detta program, fortfarande dock med ambitionen att söka hålla nere användningen av kemiska bekämpningsmedel. För att sprida riskerna för skördebortfall beroende på angrepp av sjukdomar och insekter odlar man ett flertal sorter varav Karen Schneider och Cox Orange står för de största andelarna med vardera ca 7 ha. Andra sorter med relativt stor areal är Aroma och Lobo. Datasamlandet har skett genom två besök hos odlaren samt genom fax- och telefonkorrespondens. Hela det studerade systemet visas översiktligt i figur 3.1 nedan.

¹⁶Varav 78 % av arealen var bevuxen med äppelträd.

¹⁷Innefattar förutom äppelodling också en mindre areal päron.

Figur 3.1: Det svenska odlings- och distributionssystemet



Mera specifikt omfattar studien två odlingar med äppelsorten Mutzu, planterade 1990 och 1992 och omfattande 2,2 ha. Mutzu är en sort som har ökat i popularitet bland odlarna de senaste åren, delvis tack vare dess stora skördar. Å andra sidan är sorten krävande vad gäller klimat och den kan därför bara odlas i gynnsamma lägen inom klimatzon I. Frukten är stor och guldgul med en mild syrlig smak som gör den lämplig som dessertäpple (Johnsson, 1988). Jordtypen i de aktuella Mutzubestånden är en sandig lättlera respektive en lättlera. De uppgifter som redovisas nedan baseras på, med vissa avvikelser, på data från 1995 års säsong. Avvikelse förekommer till exempel när gäller uppgifterna om gödsling, som baseras på gödslingsplanen för 1996 års säsong, och när det gäller skördenivån, som är den förväntade skörden för säsongen 1996 eftersom odlingen först denna säsong förväntas uppnå full skörd. De indata som använts för LCA-it behandlingen finns redovisade i Appendix D.

3.3 Anläggningsfasen

Med anläggningsfasen avses de insatser som görs för att anlägga en ny äppelodling. Hur ofta detta sker beror på odlingarnas varaktighet, vilket varierar en hel del beroende på faktorer som trädstorlek, sortens popularitet, grundstam och förbandstäthet. Den aktuella Mutzu-odlingen anses kunna utnyttjas ca 15 år, vilket är det normala i de mer rationella odlingarna i Sverige (Juhlin pers.medd, 1996). Hur lång tid det tar innan den första skörden kan tas ut varierar också, detta är i mycket beroende av vilken typ av plantmaterial som används. Företaget använder sig huvudsakligen av holländska plantor av B-AAA kvalitet, vilket gör att man kan ta ut en förstaskörd redan den andra säsongen, d.v.s. ett och ett halvt år efter planteringen. Storleken på den första skörden uppgår till ca 4,5 ton/ha varefter skördenivån ökar successivt och uppnår full skörd efter ca 5 år.

3.3.1 Dränering

De jordar som förekommer i området kräver dränering, vilken numera görs genom att dräneringsrör och dräneringsslang av plast läggs ner i jorden. Dräneringen antas ha en praktisk hållbarhetstid på 30 år¹⁸. Nedläggningen kan ske med två olika metoder, antingen med hjälp av en plog eller med hjälp av en kedjegrävare, vilka har visat sig vara ungefär likvärdiga vad gäller bränsleförbrukning. Båda systemen kräver ytterligare maskiner för grävning för kopplingar samt fyllning av diken. För studien har alternativet med kedjegrävare valts, vilket ger en dieselförbrukning enligt nedan;

Mängd dräneringsrör	660 m / ha	
Dieselförbrukning kedjegrävare	0,1 l / m rör	(Enl. Bifo:s entrepr.)
Dieselförbrukning grävning	0,1 * 660 = 66,0 l / ha	

¹⁸Visserligen garanterar tillverkaren att materialet skall hålla minst 50 år, men med tanke på jordens påverkan i form av igenslamning samt påverkan av rötter etc. antas här 30 år.

Dieselförbrukning fyllning och grävn.	5,5 l / ha	(Enl. Bifo:s entrepr.)
Total dieselförbrukning	$66,0 + 5,5 = 71,5$ l / ha	
Densitet diesel	0,82 kg / l	(SPI, 1996)
Effektivt värmevärde diesel	43,2 MJ / kg	(SPI, 1996)
Energi per hektar	$58,6 \text{ kg} * 43,2 \text{ MJ / kg}$	
Energi per FU ¹⁹	$58,6 * 43,2 / 40000^{20} = 0,0633 \text{ MJ / FU}$	
Material dräneringsrör	PVC	
Materialmängd	medel 388 g / m	(Uponor pers. medd., 1996)
Massa PVC per Ha	$0,388 \text{ kg/m} * 660 \text{ m} = 256 \text{ kg / ha}$	
Massa PVC per FU	$6,402 * 10^{-3} \text{ kg / FU}$	

3.3.2 Kalkning

Den studerade odlingen ligger i ett område där kalkning inte är nödvändigt tack vare höga naturliga kalkhalter, pH-värdet är analyserat dels med AL-metoden²¹ till 6,0-6,2 och dels med modifierad Spurwayanalys i droppstället till 6,8-7,2.

2.3.3 Gödsling

Den gödsling som görs i samband med anläggningen av en ny odling görs för hand med granulat. Först läggs en giva av Monoammonfosfat (MAP) i samband med själva planteringen och fyra veckor efter plantering läggs ytterligare en giva, denna gång med N28, på varje planta. Båda givorna är på 32,7 kg per ha. Energiförbrukningen för att tillverka gödselmedlen behandlas närmare i Appendix C.

Gödselmedel 1:	Monoammonfosfat
Mängd per ha:	$32,7 \text{ kg / ha} = 8,175 * 10^{-4} \text{ kg / FU}$
Energiförbrukning, tillverkning:	(Patyk, 1996)
Gödselmedel 2	N 28
Mängd	$32,7 \text{ kg / ha} = 8,175 * 10^{-4} \text{ kg / FU}$

3.3.3 Jordbearbetning

Detta arbete består av två moment; plöjning och harvning. För plöjningen antas användas en fyrskärig växelplög dragen av en traktor av typen CaseIH 7120 Magnum. Harvningen

¹⁹FU = Functional Unit, i det här fallet 1 kg äpplen.

²⁰Totalskörd, se 3.4.6 nedan

²¹Ammoniumlaktatmetoden

görs med samma traktor och en niometers harv. Dessa antagande stämmer efter kontroll med odlaren väl med den verkliga situationen.

Tidsåtgång plöjning:	1,4 h / ha	(Elinder & Falk, 1983)
Effektbehov:	59 kW	(Elinder & Falk, 1983)
Dieselförbrukning ²² :	18,6 kg / h	(SMP, 1990)
Dieselförbrukning :	$1,4 * 18,6 = 26 \text{ kg / ha}$	
Tidsåtgång harvning:	0,19 h / ha	(Elinder & Falk, 1983)
Effektbehov:	88,5 kW	(modifierat efter Elinder & Falk)
Dieselförbrukning:	23 kg / h ²³	(SMP, 1990)
Dieselförbrukning:	$23 * 0,19 = 4,4 \text{ kg / ha}$	

Total dieselförbrukning jordbearbetning: $26 + 4,4 = 30,4 \text{ kg / ha}$
 Energiförbrukning: $30,4 * 43,2 = 1313 \text{ MJ / ha} = 0,03283 \text{ MJ / FU}$

3.3.4 Plantering

Själva planteringsmomentet görs för hand, men ett antal moment som kräver traktorer ingår också; alvluckring, plantering, övriga körslor samt täckning kräver totalt fyra körningar. Dessa görs på odlingen med äldre bensindrivna Massey-Fergusson traktorer.

Total bensinförbrukning:	29,9 l / ha	(Persson F, 1996)
Densitet bensin:	0,75 kg / l	(SPI, 1996)
Total bensinförbrukning:	19,4 kg / ha	
Effektivt värmevärde bensin:	43,4 MJ / kg	(SPI, 1996)
Energiförbrukning:	$843,0 \text{ MJ / ha} = 0,0211 \text{ MJ / FU}$	

Plantmaterial:	1633 st / ha
Plantor:	$0,0408 \text{ st / FU}$

3.3.5 Gödsling

Gödslingen sker genom att gödselmedel tillsätts vattnet för droppbevattning. Detta gör att energiförbrukningen för att distribuera gödselmedlet istället finns medtaget under bevattning. Gödslingen liksom bevattningen sker dagligen under hela säsongen (120 bevattnings-/gödslingsdagar).

Kväve:	$12 \text{ kg / ha} = 0,3 \text{ g / FU}$
Fosfor:	$3 \text{ kg / ha} = 0,075 \text{ g / FU}$
Kalium:	$16 \text{ kg / ha} = 0,4 \text{ g / FU}$
Magnesium:	$4 \text{ kg / ha} = 0,4 \text{ g / FU}$

²²vid 59 kW effektuttag

²³vid 88,5 kW effektuttag

3.3.6 Bevattning

Bevattningen sker med hjälp av en droppbevattningsanläggning från Netafim och beskrivs närmare under odlingsfasen. För att få fram vattenmängd och energiförbrukning för anläggningsfasen har data för odlingsfasen halverats.

Mängd vatten:	3250 l / dag	
Antal bevattningsdagar:	120	
Vattenförbrukning 1:	$6500 * 120 = 390 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{år}$	
Vattenförbrukning 2:	<u>9,75 kg / FU</u>	
Vattenflöde pump:	200 l / min	Eget antagande
Tidsåtgång per ha:	0,271 h / ha	
Pumpeffekt:	4 kW	Eget antagande ²⁴
Energiförbrukning:	$4 * 0,271 = 1,085 \text{ kWh} / \text{ha} \cdot \text{år} = 468 \text{ MJ} / \text{ha} \cdot \text{år}$	
Energiförbrukning per FU:	<u>0,0117 MJ / FU</u>	

3.3.7 Beskärning

De data som redovisas för beskärningen under etableringsfasen bygger på uppgifterna gällande odlingsfasen. För att kompensera för att träden kräver mindre klippning under de första åren har arbets- och energibehovet halverats för anläggningsfasens klippning. För närmare beskrivning av klippningen se odlingsfasen.

Tidsåtgång klippning:	5,25 h / ha	
Dieselförbrukning MF 152:	5,3 L / h = 4,34 kg / h	(Flodén, 1996)
Diesel förbrukning:	$4,34 * 5,25 = 22,85 \text{ kg} / \text{ha}$	
Tidsåtgång krossning:	0,25 h / ha	
Dieselförbrukning Holder C500:	6 L / h = 4,92 kg / ha	(Uppskattad)
Dieselförbrukning:	$4,92 * 0,25 = 1,23 \text{ kg} / \text{ha}$	
Total dieselförbrukning:	$22,85 + 1,23 = 24,08 \text{ kg} / \text{ha}$	
Energiförbrukning per ha:	$24,08 * 43,2 = 1040 \text{ MJ} / \text{ha}$	
Energiförbrukning per FU:	<u>0,026 MJ / FU</u>	

²⁴Baserat på vattenflöde och lyfthöjd (34 m)

3.3.8 Kemisk bekämpning

Bekämpning av angrepp av svamp och insekter sker till största delen på kemisk väg. Bekämpningen görs under i stort sett hela växtsäsongen och vid varje bekämpningstillfälle besprutas träden med en eller flera pesticider med hjälp av en luftassisterad spruta av tvärströmstyp. Under etableringsfasen används Benlate mot skorv, Topas C mot svamp, Pirimor G mot löss och Gusathion mot äppelvecklare. De bekämpningar som finns redovisade nedan gäller för odlingens första säsong, därefter sprutas enligt avsnitt 3.4.4 nedan.

Pesticid, tillverkare, kategori:	Benlate, Bayer AG, f
Aktiv substans, andel:	Benomyl, 50 %
Antal bekämpningar:	9
Dos:	0,7 kg / ha
Totalmängd per ha:	6,3 kg / ha
Totalmängd per FU:	0,1575 g / FU
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,07875 g / FU</u>
Pesticid, tillverkare, kategori:	Topas C, Bayer AG, f
Aktiv substans, andel:	Penconazole 2,5 %
	Captan 48 %
Antal bekämpningar:	9
Dos:	0,5 kg / ha
Totalmängd per ha:	4,5 kg / ha
Totalmängd per FU:	0,1125 g / FU
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>Penconazole 0,002813 g / FU</u>
	<u>Captan 0,054 g / FU</u>
Pesticid, tillverkare, kategori:	Pirimor, Zeneca, i
Aktiv substans, andel:	Pirimicarb 50 %
Antal bekämpningar:	1
Dos:	0,4 kg / ha
Totalmängd per ha:	0,4 kg / ha
Totalmängd per FU:	0,01 g / FU
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,005 g / FU</u>
Pesticid, tillverkare, kategori:	Gusathion 50 WP, Bayer AG, i
Aktiv substans, andel:	Azinphos-methyl
Antal bekämpningar:	1
Dos:	1 kg / ha
Totalmängd per ha:	1 kg / ha
Totalmängd per FU:	0,025 g / FU
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,00625 g / FU</u>

Dieselförbrukning sprutning:	3 l / ha	(uppgift från odlaren)
Antal körningar:	9 st	
Total dieselförbrukning:	$27 \text{ l / ha} * 0,82 = 22,14 \text{ kg / ha}$	
Energiförbrukning 1:	$22,14 * 42,3 = 936,5 \text{ MJ / ha}$	
Energiförbrukning 2:	<u>$0,02341 \text{ MJ / FU}$</u>	

3.4 Odlingsfasen

Denna fas är det som man ser upprepas varje år i en äppelodling; det är de åtgärder som krävs för att kunna skörda äpplen i slutet på säsongen. Vissa av åtgärderna, till exempel ogräsbekämpning och bevattning, som görs vid flera tillfällen eller kontinuerligt under hela säsongen har här sammanslagits till en samlad beräkning.

3.4.1 Beskärning

Beskärning av äppelträden görs på senvintern. Vinsten med att beskära träden är stor; man påverkar skörden både kvalitativt och kvantitativt och trädstorleken regleras, vilket gör att träden blir mer lättskötta samt att skördearbetet blir enklare. Beskärning är ett moment som framför allt kräver en stor manuell insats, men på den stderade odlingen har man försökt att minska denna genom att utnyttja tryckluftssaxar (Fellco). Tryckluften produceras i en kompressor, driven av en MF 152 traktor. Efter beskärningen krossas de avklippta grenarna med hjälp av grenkross, driven av en Holder C500.

Tidsåtgång klippning:	10,5 h / ha	
Dieselförbrukning MF 152:	$5,3 \text{ L / h} = 4,34 \text{ kg / h}$	(Flodén, 1996)
Diesel förbrukning:	$4,34 * 10,5 = 45,7 \text{ kg / ha}$	
Tidsåtgång krossning:	0,5 h / ha	
Dieselförbrukning Holder C500:	$6 \text{ L / h} = 4,92 \text{ kg / ha}$	(Uppskattad)
Dieselförbrukning:	$4,92 * 0,5 = 2,46 \text{ kg / ha}$	
Total dieselförbrukning:	$45,7 + 2,46 = 48,16 \text{ kg / ha}$	
Energiförbrukning per ha:	$48,16 * 43,2 = 2080 \text{ MJ / ha}$	
Energiförbrukning per FU:	<u>$0,052 \text{ MJ / FU}$</u>	

3.4.2 Ogräsbekämpning

Bekämpningen av ogräs görs på kemisk väg genom besprutning vid fyra tillfällen per säsong. Herbiciderna sprids då endast i äppelraderna, vilket innebär att endast halva arealen är direkt mottagare för dessa. De siffror som redovisas nedan beskriver dock dos och andra

uppgifter beräknade med hela den odlade arealen som bas. Sprutningen görs med en enkel rampspruta driven av en äldre MF bensintraktor.

Pesticid, tillverkare:	Roundup, Monsanto
Aktiv substans, andel:	Glyfosat, 42 %
Antal bekämpningar:	3
Dos:	$3,51 \text{ kg / ha}^{25}$
Totalmängd per ha:	$10,53 \text{ kg / ha}$
Totalmängd per FU:	$0,26325 \text{ g / FU}$
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>$0,1106 \text{ g / FU}$</u>

Pesticid, tillverkare:	Hormotex 750, Bayer AG
Aktiv substans, andel:	MCPA, 750 g / L
Antal bekämpningar:	1
Dos:	3 L / ha
Totalmängd per ha:	3 L / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>$0,05625 \text{ g / FU}$</u>

Tidsåtgång sprutning:	$3 * 0,4 \text{ h / ha} = 1,2 \text{ h / ha}$
Bensinförbrukning MF 35 ²⁶	$7,7 \text{ l / h}$ (SMP medd. 1413)
Total bensinförbrukning:	$7,7 * 1,2 = 9,24 \text{ l / ha} * 0,75 \text{ kg / l} = 6,93 \text{ kg / ha}$
Energiförbrukning 1:	$6,93 * 43,4 = 300,76 \text{ MJ / ha}$
Energiförbrukning 2:	<u>$0,00752 \text{ MJ / ha}$</u>

3.4.3 Gödsling

Gödslingen görs, som redan nämnts, via droppbevattningen varför energiförbrukningen för att distribuera gödselmedlen finns med under rubriken bevattning (3.4.5). De gödselmedel som används och de spridna mängderna av de olika näringsämnen redovisas nedan i tabell 3.1

²⁵ Densitet 1,170 kg / L

²⁶ Vid 25 % effektuttag.

Tabell 3.1: Näringsämnestillförsel och gödselmedel

Näringsämne	Mängd (g / FU)	Bärare
Kväve	0,9725	Salpetersyra Kalisalpeter Kalksalpeter
Fosfor	0,215	Fosforsyra
Kalium	1,1525	Kalisalpeter Kaliumsulfat
Mangan	0,2988	Magnesiumsulfat
Svavel	0,545	Magnesiumsulfat Kaliumsulfat

3.4.4 Växtskydd

Odlingens växtskydd sköts huvudsakligen på kemisk väg, men vissa försök har också gjorts med biologisk bekämpning. Här kommer dock endast den kemiska bekämpningen att behandlas. Bekämpningarna är fördelade under hela säsongen med undantag av en karenstid innan skörden. Alla sprutningarna görs med hjälp av en tvärströmsspruta monterad på en Holder C500 redskapsbärare. Mängden sprutvätska är vid samtliga körningar 200 l / ha.

Pesticid, tillverkare, kategori: Topas C, Bayer AG, f
 Aktiv substans, andel: Penconazole 2,5 %
 Captan 48 %
 Antal bekämpningar: 5
 Dos: 1,5 kg / ha
 Totalmängd per ha: 7,5 kg / ha
 Totalmängd per FU: 0,1875 g / FU
 Totalmängd aktiv substans per FU: Penconazole 0,004688 g / FU
 Captan 0,09 g / FU

Pesticid, tillverkare, kategori: Euparen M, Bayer AG, f
 Aktiv substans, andel: Tolyfluand, 25 %
 Antal bekämpningar: 5
 Dos: 1,5 kg / ha
 Totalmängd per ha: 7,5 kg / ha
 Totalmängd per FU: 0,1875 g / FU
 Totalmängd aktiv substans per FU: 0,0938 g / FU

Pesticid, tillverkare, kategori: Roxion 40 EC, Bayer AG, i
 Aktiv substans, andel: Dimetoat, 38 %
 Antal bekämpningar: 1
 Dos: 1,554 kg / ha

Totalmängd per FU: 0,0389 g / FU
 Totalmängd aktiv substans per FU: 0,01478 g / FU

Pesticid, tillverkare, kategori: Pirmor G, Zeneca Agro, i
 Aktiv substans, andel: Pirmikarb, 50 %
 Antal bekämpningar: 1
 Dos: 0,75 kg / ha
 Totalmängd per FU: 0,01875 g / FU
 Totalmängd aktiv substans per FU: 0,00938 g / FU

Pesticid, tillverkare, kategori: Gusathion WP, Bayer AG, i
 Aktiv substans, andel: Azinfosmetyl
 Antal bekämpningar: 1
 Dos: 2,25 kg / ha
 Totalmängd per FU: 0,05625 g / FU
 Totalmängd aktiv substans per FU: 0,01406 g / FU

Dieselförbrukning sprutning: 3 l / ha (uppgift från odlaren)
 Antal körningar: 13 st
 Total dieselförbrukning: 39 l / ha * 0,82 = 31,98 kg / ha
 Energiförbrukning 1: 31,98 * 42,3 = 1381 MJ / ha
 Energiförbrukning 2: 0,03454 MJ / FU

Vattenförbrukning 1: 200 l / ha * 13 ggr = 2600 l / ha
 Vattenförbrukning 2: 65 g / FU

3.4.5 Bevattning

Bevattningen sker med hjälp av en droppbevattningsanläggning från Netafim. Droppbevattning görs med en slang som löper längs trädraderna och som via små hål släpper ifrån sig vattendroppar vid träden. En droppbevattningsanläggning är i allmänhet försedd med möjlighet att tillsätta gödselmedel, vilket utnyttjas inom denna odlingen. Bevattning sker under en stor del av säsongen, från mitten av maj till mitten av oktober. Varje dag vattnas det under 1 h / ha vilket ger 6500 l / ha och dag.

Vattnad mängd: 6500 l / dag
 Antal bevattningsdagar: 120
 Vattenförbrukning 1: 6500 * 120 = 780 m³ / ha * år
 Vattenförbrukning 2: 19,5 kg / FU
 Vattenflöde pump: 200 l / min Eget antagande
 Tidsåtgång per ha: 0,542 h / ha

Pumpeffekt:	4 kW	Eget antagande ²⁷
Energiförbrukning:	$4 * 0,542 = 2,17 \text{ kWh / ha år} = 936 \text{ MJ / ha år}$	
Energiförbrukning per FU:	<u>$0,0234 \text{ MJ / FU}$</u>	

3.4.6 Skörd

En stor del av den manuella insatsen i äppelodling sker i samband med skörden, som för Mutzu infaller ungefär den 15:e oktober. På den här studerade odlingen görs skörden av två plockarlag som assisteras av två stycken bensintraktorer (äldre MF) som flyttar fram lådorna, samt en hemmabyggt lådbärare (motor Volvo B 20). Skördekapaciteten med dessa förutsättningar är ca 2 ha / dag.

Skördad mängd:	40 ton / ha
Bensinförbrukning lådbärare:	7,1 l / ha (data från odlaren)
Bensinförbrukning traktorer:	3 + 3 l / ha
Bensinförbrukning totalt:	13,1 l / ha = 9,83 kg / ha
Energiförbrukning 1:	426,4 MJ / ha
Energiförbrukning 2:	<u>$0,01066 \text{ MJ / ha}$</u>

3.5 Transport till packhus

De aktuella Mutzu-odlingarna ligger på huvudgården vilket gör att avståndet till packhuset är ca 7 km. Transporten till packhuset görs med traktor och släp varpå man lastar 35 st lådor med en vikt på ca 260 kg styck, vilket innebär att enhetslasten är ca 9100 kg. Som returlass tas tomma lådor, men inte på varje tur eftersom man kan lasta fler tomma lådor än fulla. Energimängden för framkörning av tomma lådor är således inkluderad i nedanstående beräkning.

Distans (t.o.r.)	14 km	
Hastighet	25 km	(Uppskattning)
Tid:	0,56 h	
Dieselförbrukning:	5,0 l / h	(Flodén, 1996)
Använd diesel:	$0,56 * 5,0 = 2,8 \text{ l / vända} = 2,3 \text{ kg / vända}$	
Energiförbrukning 1:	$2,3 * 43,2 = 99,4 \text{ MJ / vända}$	
Enhetslast:	9100 kg	
Energiförbrukning 2:	$99,4 / 9100 = \underline{0,0109 \text{ MJ / FU}}$	

3.6 Lagring

De äpplen som inte skall säljas direkt efter skörd lagras in omedelbart efter plockningen, utan någon föregående sortering av frukten. Lagringstiden sträcker sig från skörd²⁸ och som längst till och med januari. I nedanstående energiberäkning räknas det med två olika lagringstider, en på 20 dygn och en på 105 dygn. Översiktliga energiberäkningar för lagret har för studien gjorts av ABB Stal-Litzell i Malmö. Deras beräkningar baserar sig på nedanstående verkliga indata samt typiska värden för värmetransmission, luftläckage, avfrostning etc. Stal-Litzells beräkningar har modifierats vad avser belastningen av personal inne i lagret där uppehållstiden har minskats från 8 timmar per dag till 1 timma per dag. Inlagringen kräver, på grund av fruktens temperatur, högre energi än efter det att frukten har kylts ned till rätt temperatur vilket enligt Stal-Litzells beräkningar innebär att energiförbrukningen för ett dygn då det lagras in tio ton äpplen i lagret är 100 kWh högre än för ett dygn utan inlagring. I nedanstående beräkningar har detta inlagringsdygn medtagits. Vid inlagringen, liksom vid de nedan behandlade momenten packning, sortering och avtransport, används el- och gastruckar för transporter inom packeriet samt till och från kyllagret. Dessa transporter har inte tagits med i studien då de bedöms svara för en mycket litet bidrag till den totala energiförbrukningen i systemet.

Lagerkapacitet:	600 ton
Lagringstemperatur:	3° C
Lagerstorlek, invändigt:	28,2 * 16,4 m
Takhöjd, invändigt:	6 m
Utomhustemperatur:	15° C
Relativ fuktighet:	80 %
Personalens uppehållstid i lagret:	1 h / dag
Inlagring	10 ton / dygn

Energiförbrukning normalt:	282 kWh / dygn = 1015,2 MJ / dygn
Energiförbrukningen inlagring:	382 kWh / dygn = 1375,2 MJ / dygn
Energiförbrukningen per FU (normalt):	$1,69 * 10^{-3} \text{ MJ / FU} * \text{dygn}$
Energiförbrukningen per FU (inlagring):	$2,29 * 10^{-3} \text{ MJ / FU} * \text{dygn}$
Energiförbrukning per FU, 20 dygn:	<u>$0,0344 \text{ MJ / FU}$</u>
Energiförbrukning per FU, 105 dygn:	<u>$0,1781 \text{ MJ / FU}$</u>

3.7 Sortering och packning

När det är dags att börja sälja frukten tas den ut ur kyllagret för att sorteras och packas. Dessa båda moment sker med hjälp av en sorteringsmaskin med ett antal elmotorer, samt en packningsutrustning innefattande bland annat en pneumatisk kartongvikningsmaskin. Tryckluft till denna genereras av en avlastad kompressor på 5 kW. Då kompressorn har en

²⁷Baserat på vattenflöde och lyfthöjd (34 m)

²⁸Omkring 15:e oktober.

liten tank (ca 30 l) och kartongvikningsmaskinen förbrukar relativt mycket luft vid full drift antas här att effektbehovet för tryckluften trots avlastning endast minskar med maximalt 30 %. Sorterings och packningskapaciteten för anläggningen är 1500-2000 kg / h, varför beräkningarna här görs på medelvärdet 1750 kg / h.

Total effekt sorteringsmaskin:	2,6 kW
Effekt kompressor:	$5,0 \text{ kW} * 0,7 = 3,5 \text{ kW}$
Totaleffekt:	6,1 kW
Tidsåtgång per ton:	$1000/1750 = 0,57 \text{ h / ton}$
Total energiförbrukning 1:	$0,57 * 6,1 = 3,48 \text{ kWh / ton} = 3,48 * 3,6 = 12,53 \text{ MJ / ton}$
Total energiförbrukning 2:	$3,1 * 10^{-4} \text{ MJ / FU}$

3.8 Transport till ASK-centralen

Det studerade företaget sorterar och packar när de får en order från en uppköpare som till exempel den som ingår i det studerade systemet; ASK-centralen i Helsingborg. När ASK lägger ett anbud om att köpa frukt från Bifo har de redan en köpare till denna frukt och den blir alltså inte liggande i lager på centralen, utan går efter en eventuell omlastning till kund. ASK hämtar vid lager hos odlaren med lastbil och frukten körs därefter 6 km till ASK. Då lastbilen i allmänhet utgår från ASK-centralen och inte har någon last på körningen till Bifo:s packeri belastas systemet här av både tur- och returrejan, det vill säga 12 km. Omlastningen på ASK-centralen har inte tagits med i studien, då det rör sig om en mycket liten resursförbrukning (eltruckar).

Distans:	12 km (6 + 6 km)
Transportmedel:	Lastbil

3.9 Transport ASK - Frans A. Sandén AB

Efter den eventuella omlastningen går äppeltransporten med lastbil de 218 kilometrarna till Sandéns i Göteborg. Sandéns ligger vägg i vägg med grossisten, Hilding Jansson's frukt och grönt, varför någon transport däremellan inte har tagits med. Inte heller trucktransporterna inom Sandéns har innefattats i studien.

3.10 Transport Hilding Jansson's - ICA Åkerredshallen

Den butik som valts som livscykelns slutpunkt för studien är ICA Åkerredshallen i Göteborg. Avståndet till denna från Hilding Jansson's är 15 km och transporten görs med lastbil (Gunnarsson, 1996).

4 SYSTEMBESKRIVNING NYA ZEELAND

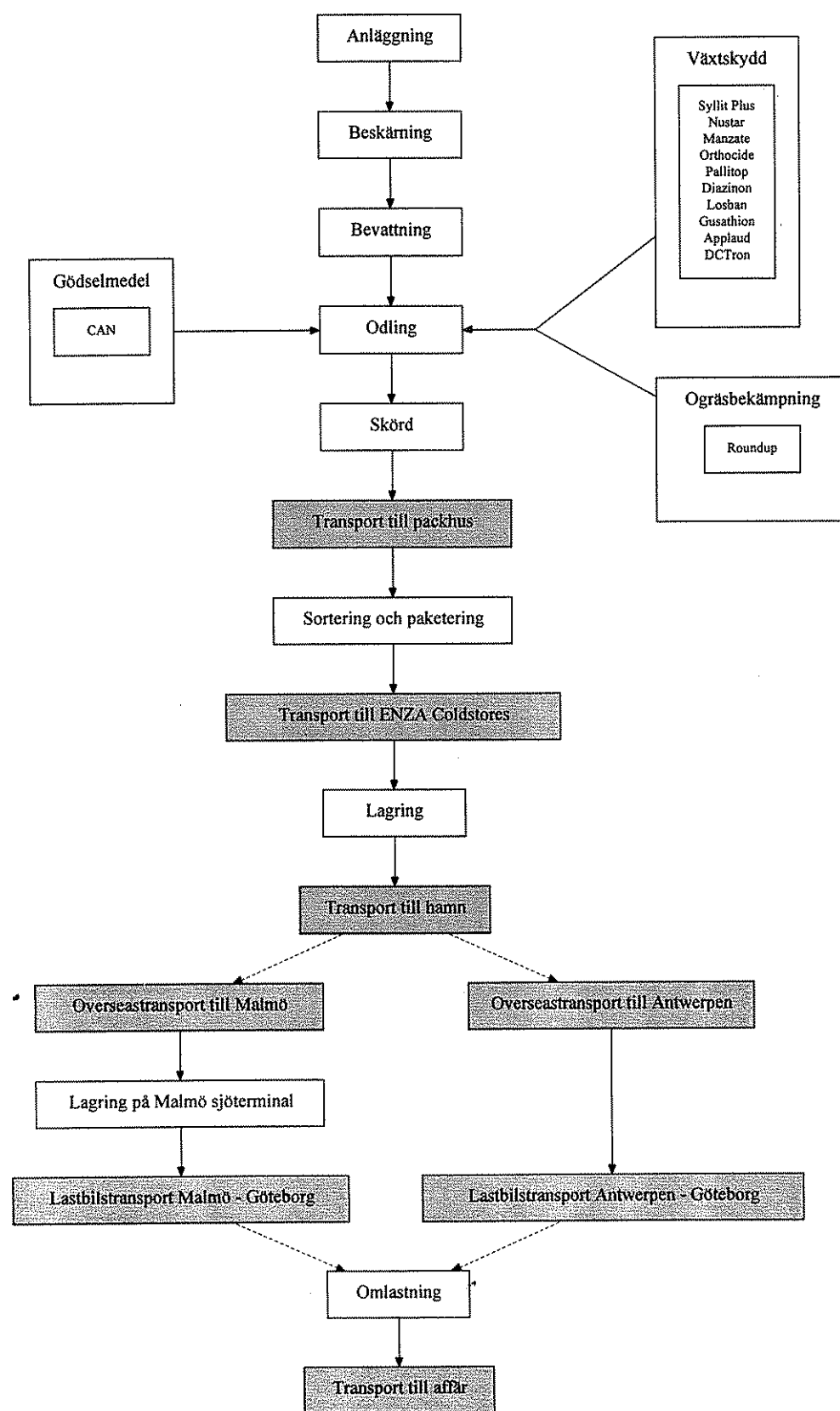
4.1 Nya Zeeländsk äppleproduktion

Äppelodling är en viktig industri på Nya Zeeland, landet exporterar 16,5 miljoner lådor, vilket motsvarar ca 2 % av världsmarknaden (Mattsson, 1996). Klimatet på Nya Zeeland är mycket gynnsamt för fruktodling, man har en mycket lång växtsäsong med lagom höga temperaturer och stor nederbörd som är jämnt fördelad över säsongen. Sortutveckling är mycket viktig och mycket stora summor satsas på detta. Flera av storsäljarna på världsmarknaden är utvecklade på Nya Zeeland t.ex. Gala, Royal Gala och Braeburn, och odlas nu i ett flertal länder. De mest betydelsefulla odlingsområdena finns omkring Hastings på nordöns ostkust samt i Nelsonområdet på sydöns norra del. På Nya Zeeland finns det drygt 200 packerier.

4.2 Den studerade odlingen

Den odling som ingår i denna studie är en del av ett större företag, EEC Horticulture Limited. Företaget har tolv odlingar på 15-50 ha med en sammanlagd odlad äppelareal på 350 ha och en total produktion på 18000 ton. EEC har också ett eget packhus, kylager och plantskola. De ingående enheterna drivs som fristående resultatenheter med en driftsledare på varje ställe, dock förekommer en viss maskinsamverkan mellan de olika odlingarna. Den här studerade odlingen omfattar ca 50 ha ligger strax utanför Hastings i Hawkes Bay-området, som ligger på östsidan av Nya Zeelands nordö. Odlingen drivs som en normal intensiv odling, men man har planer på att närma sig integrerad produktion och odlingens driftsledare sitter med som odlarrepresentant i en referensgrupp om integrerad produktion. Inom odlingen är studien gjord för sorten Royal Gala. Datainsamlingen har gjorts genom besök på den aktuella odlingen, packhuset och mottagningshamnen, samt genom samtal med representanter för de övriga aktiviteterna i systemet. Hela systemet synliggörs i figur 4.1 nedan. De indata som använts för LCA-it behandlingen finns redovisade i Appendix E

Figur 4.1: Det nyszeeländska odlings- och distributionssystemet



4.3 Anläggningsfasen

På Nya Zeeland har det skett en ganska stor omvälvning de senaste åren vad avser trädstorlek, man har tidigare haft mycket stora träd, dvs snabbväxande stammar, men nu har man allt mer börjat använda mer långsamväxande grundstamsmaterial. Nyzeeländarna satsar också mycket pengar på att utveckla nya sorter, vilket gör att odlingarnas omloppstid kraftigt förkortas. Man räknar därför med att de odlingar som planteras i dag kommer att behållas i ca 17 år för att därefter ersättas med nya, inte beroende på att produktionen på de befintliga träden minskat, utan därför att nya sorter har kommit. Här räknas därför med att odlingen skall ersättas efter 15 år.

4.3.1 Dränering

Tack vare en mycket genomsläpplig jord erhålls god självdränerande verkan, vilket gör att konstgjord dränering inte är nödvändig.

4.3.2 Kalkning

Kalkning görs efter att behov har fastställts i analys, men ett medelvärde på detta sker ca var sjunde år. Det kalk man lägger på vid dessa tillfällen är vanlig jordbrukskalk, som sprids med hjälp av gödselspridare och traktor av modell Fendt 260 (44 kW).

Kalkmängd 1:	1 ton / ha	
Kalkmängd 2:	12,82 g / FU	
Dieselförbrukning ²⁹ :	7,3 l / h	(Persson, 1996)
Tidsåtgång:	0,5 h / ha	
Använd diesel:	3,65 l / ha = 2,993 kg / ha	
Energiförbrukning 1:	2,993 * 43,2 = 129,30 MJ / FU	
Energiförbrukning 2:	1,658 * 10 ⁻³ MJ / FU	

4.3.3 Gödsling

Jorden i Hawkes Bay området är mycket ung, den är gammal havsbotten och flodsediment, och därigenom mycket rik på näringsämnen (Walker, 1996). Detta gör att man inte behöver tillföra några större mängder konstgödsel, trots att produktionen är mycket hög. Gödslingen görs med ett kvävegödselmedel i granulerad form som bredsprids med centrifugalspridare efter en Honda minitraktor.

²⁹Vid blandad körning

Gödselmedel:	Petrochem N-Rich Urea	
Mängd 1:	250 kg / ha	
Mängd 2:	<u>3,205 g / FU</u>	
Bensinförbrukning spridning ³⁰ :	1,5 l / h	(Lindén, 1996)
Tidsåtgång spridning:	0,33 h / ha	
Förbrukad bensin:	0,5 l / ha = 0,375 kg / ha	
Energiförbrukning 1:	16,3 MJ / ha	
Energiförbrukning 2:	<u>2,04*10⁻⁴ MJ / FU</u>	

4.3.4 Jordbearbetning

För att göra planteringen möjlig måste jordbearbetning ske. Detta görs i fyra moment; först en körning med jordfräs, därefter en djupkultivering och efter detta kör man två gånger med tallriksharv över den aktuella ytan. Alla fyra körningarna görs med en traktor av typen Fendt 270³¹ samt kräver ungefär samma effekt och de har därför aggregerats i nedanstående beräkning.

Dieselförbrukning ³² :	7,6 l / ha	(Persson, 1996)
Tidsåtgång:	2,5 + 2,5 + 1 + 1 = 7 h / ha	
Använd diesel totalt:	43,6 kg / ha	
Energiförbrukning 1:	1884,6 MJ / ha	
Energiförbrukning 2:	<u>0,0242 MJ / FU</u>	

4.3.5 Plantering

Eftersom träden i de nyazeeländska odlingarna tillåts bli stora sätter man, jämfört med de andra systemen, ett mindre antal träd; 888 plantor per ha. Planteringen sker till stor del för hand, men en fåra dras upp med hjälp av en traktor av typen MF 295 (55 kW).

Antal plantor:	888 st / ha	
Massa trä per planta:	1 kg	(Uppskattad)
Massa per FU:	<u>11,4 g / FU</u>	
Dieselförbrukning ³³ MF 295:	8,3 l / h	(Flodén, 1996)
Tidsåtgång färing:	4 h / ha	
Använd diesel:	33,2 l / ha = 27,2 kg / ha	
Energiförbrukning 1:	1176,1 MJ / ha	

³⁰Uppskattningen gäller Honda TRX 300.

³¹51 kW

³²Vid blandad körning

³³Blandad körning

Energiförbrukning 2:	<u>0,0151 MJ / FU</u>
----------------------	-----------------------

4.3.6 Bevattning

Enligt uppgift är bevattningen i anläggningsfasen i stort sett densamma som i odlingsfasen, se därför 4.4.5 för närmare data om denna.

4.3.7 Växtskydd

Växtskyddsåtgärderna sker till största delen på kemisk väg och ungefär lika stor del utgörs av insekticider och fungicider. Sprutningen görs med en fläktspruta av modellen Cropliner 920. Sprutan dras av en Fendt 260.

Pesticid, tillverkare, kategori:	Dodine 400, NuFarm Ltd, f	
Aktiv substans, andel:	50 %	Eget antagande
Antal bekämpningar:	6	
Dos:	0,64 kg / ha	Densitet 1 kg / l antages
Totalmängd per ha:	3,84 kg / ha	
Totalmängd per FU:	0,049223 g / FU	
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,03199 g / FU</u>	

Pesticid, tillverkare, kategori:	Lorsban WP, Dow Elanco, i	
Aktiv substans, andel:	Chlorpyrifos, 25 %	
Antal bekämpningar:	3	
Dos:	0,8 kg / ha ³⁴	
Totalmängd per ha:	2,4 kg / ha	
Totalmängd per FU:	0,03077 g / FU	
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>7,69*10⁻³ g / FU</u>	

Pesticid, tillverkare, kategori:	Pallitop, BASF, f	
Aktiv substans, andel:	Nitrothal isopropyl, 48 %	
	Metiram, 3,2 %	
Antal bekämpningar:	6	
Dos:	0,4 kg / ha	
Totalmängd per ha:	2,4 kg / ha	
Totalmängd per FU:	0,030769 g / FU	
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>Nitrothal isopropyl 0,01477 g / FU</u>	
	<u>Metiram 9,85*10⁻⁴</u>	

³⁴Densitet 1000 g / l antages

Dieselförbrukning sprutning:	7,3 l / h = 5,99 kg / h
Tidsåtgång totalt:	2,67 h / ha
Förbrukad diesel:	15,96 kg / ha
Energiförbrukning 1:	689,6 MJ / ha
Energiförbrukning 2:	<u>8,841*10⁻³ MJ / FU</u>

4.4 Odlingssfasen

Som redan nämnts ovan sträcker sig odlingsfasen över 15 år med de variationer detta kan innebära. Denna studie avser säsongen 1995-1996, men vissa uppgifter är medelvärden för flera år eller uppskattningar främst då stora variationer förekommer eller då säsongsspecifika data har saknats.

4.4.1 Beskärning

Beskärningen görs för hand med hjälp av sågar och saxar, men en maskinell insats görs för att krossa grenarna på marken. Krossen dras av en traktor av typen Fendt 270.

Dieselförbrukning:	7,6 l / h = 6,23 kg / h
Tidsåtgång:	1,5 h / ha
Använd diesel:	9,348 kg / ha
Energiförbrukning 1:	403,8 MJ / ha
Energiförbrukning 2:	<u>5,177*10⁻³ MJ / FU</u>

4.4.2 Ogräsbekämpning

Ogräsen under träden bekämpas 5 gånger per säsong på kemisk väg. För detta arbete används en enkel spruta driven av en Ford 4600 traktor.

Pesticid, tillverkare:	Roundup, Monsanto
Aktiv substans, andel:	Glyfosat, 42 %
Antal bekämpningar:	5 st
Dos:	1,170 kg / ha
Totalmängd per ha:	5,85 kg / ha
Totalmängd per FU:	0,075 g / FU
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,0315 g / FU</u>

Dieselförbrukning sprutning:	6 l / h	(Åkesson, 1996)
------------------------------	---------	-----------------

Tidsåtgång totalt:	2,5 h / ha
Använd diesel:	15 l / ha = 12,3 kg / ha
Energiförbrukning 1:	531,4 MJ / ha
Energiförbrukning 2:	<u>6,81*10⁻³ MJ / FU</u>

4.4.3 Gödsling

Som redan nämnts ovan³⁵ är jorden näringsrik i det studerade området, men man lägger ändå en giva konstgödsel varje år. Denna ges i form av granulerad CAN³⁶ som sprids med centrifugalspridare monterad på en Fendt 260.

Mängd CAN:	300 kg / ha
Mängd CAN per FU:	<u>3,846 g / FU</u>
Tidsåtgång spridning:	0,25 h / ha
Dieselförbrukning:	7,3 l / ha (Persson, 1996)
Använd diesel:	1,825 l / ha = 1,496 kg / ha
Energiförbrukning 1:	64,65 MJ / ha
Energiförbrukning 2:	<u>8,8288*10⁻⁴ MJ / FU</u>

4.4.4 Växtskydd

Skyddet mot sjukdomar, svamp och insektangrepp sker i första hand på kemisk väg och sprutningen pågår i stort sett under hela växtsäsongen med undantag för karenstid innan skörd. I allmänhet blandas flera olika pesticider vid varje besprutningstillfälle vilket förklarar skillnaden i antal körningar och det totala antalet bekämpningar. Vätskemängderna vid bekämpningarna är 666 l / ha eller 2000 l / ha och sprutningen görs med en tvärströmsspruta av märket Cropliner Tower sprayer.

Pesticid, tillverkare, kategori:	Syllit Plus, Rhône-Poulenc, f
Aktiv substans, andel:	Dodine, 50 %
Antal bekämpningar:	5
Dos:	1 kg / ha ³⁷
Totalmängd per ha:	5 kg / ha
Totalmängd per FU:	0,0640 g / FU
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,0326 g / FU</u>

Pesticid, tillverkare, kategori:	Nustar, DuPont, f
----------------------------------	-------------------

³⁵Se 4.3.3

³⁶Calcium Ammonium Nitrate

³⁷Densitet 1000 g / l antages

Aktiv substans, andel: Flusilazole, 39 %
 Antal bekämpningar: 2
 Dos: 0,132 kg / ha
 Totalmängd per ha: 0,264 kg / ha
 Totalmängd per FU: $3,384 \cdot 10^{-3}$ g / FU
 Totalmängd aktiv substans per FU: $1,31 \cdot 10^{-3}$ g / FU

Pesticid, tillverkare, kategori: Manzate, DuPont, f
 Aktiv substans, andel: Mancozeb, 80 %
 Antal bekämpningar: 2
 Dos: 2 kg / ha
 Totalmängd per ha: 4 kg / ha
 Totalmängd per FU: 0,05128 g / FU
 Totalmängd aktiv substans per FU: 0,041 g / FU

Pesticid, tillverkare, kategori: Orthocide, Chevron Chemicals, f
 Aktiv substans, andel: Captan, 50 %
 Antal bekämpningar: 2
 Dos: 1,5 kg / ha³⁸
 Totalmängd per ha: 3,0 kg / ha
 Totalmängd per FU: 0,03846 g / FU
 Totalmängd aktiv substans per FU: 0,01923 g / FU

Pesticid, tillverkare, kategori: Pallitop, BASF, f
 Aktiv substans, andel: Nitrothal isopropyl 48 %
 Metiram 3,2 %
 Antal bekämpningar: 3
 Dos: 0,6 kg / ha
 Totalmängd per ha: 1,8 kg / ha
 Totalmängd per FU: 0,02308 g / FU
 Totalmängd aktiv substans per FU: Nitrothal isopropyl 0,01108 g / FU
 Metiram $7,39 \cdot 10^{-4}$ g / FU

Pesticid, tillverkare, kategori: Diazinon 50 WP, Ciba-Geigy, i
 Aktiv substans, andel: Diazinon, 50 %
 Antal bekämpningar: 1
 Dos: 1,2 l / ha = 1,28 kg / ha³⁹
 Totalmängd per ha: 1,28 kg / ha
 Totalmängd per FU: 0,01646 g / FU
 Totalmängd aktiv substans per FU: $8,23 \cdot 10^{-3}$ g / FU

Pesticid, tillverkare, kategori: Lorsban WP, DowElanco, i

Aktiv substans, andel: Chlorpyrifos, 25 %
 Antal bekämpningar: 2
 Dos: 1,5 kg / ha
 Totalmängd per ha: 3,0 kg / ha
 Totalmängd per FU: 0,03846 g / FU
 Totalmängd aktiv substans per FU: $9,615 \cdot 10^{-3}$ g / FU

Pesticid, tillverkare, kategori: Gusathion 50 WP, Bayer AG, i
 Aktiv substans, andel: Azinfosmetyl, 25 %
 Antal bekämpningar: 3
 Dos: 1,3 kg / ha
 Totalmängd per ha: 3,9 kg / ha
 Totalmängd per FU: 0,05 g / FU
 Totalmängd aktiv substans per FU: 0,0125 g / FU

Pesticid, tillverkare, kategori: Applaud, DowElanco, i
 Aktiv substans, andel: Buprofezin, 25 %
 Antal bekämpningar: 2
 Dos: 1 kg / ha
 Totalmängd per ha: 2 kg / ha
 Totalmängd per FU: 0,02564 g / FU
 Totalmängd aktiv substans per FU: $6,41 \cdot 10^{-3}$ g / FU

Pesticid, tillverkare: D-C-Tron
 Aktiv substans, andel: Mineralolja
 Antal bekämpningar: 1
 Dos: 34,4 kg / ha⁴⁰
 Totalmängd per ha: 34,4 kg / ha
 Totalmängd per FU: 0,44 g / FU
 Totalmängd aktiv substans per FU: 0,44 g / FU

Totalt använd mängd vatten: $4 \cdot 2000$ l / ha + $11 \cdot 666$ l / ha = 15326 l / ha
 Vattenmängd per FU: 196,5 g / FU
 Dieselförbrukning Fendt 260: 7,3 l / h
 Tidsåtgång sprutning⁴¹: 6,52 h / ha
 Förbrukad diesel: 47,57 l / ha = 39,0 kg / ha
 Energiförbrukning: 0,02160 MJ / FU

³⁸Densitet 1000 g / l antages även här.

³⁹Densitet 1070 g / l antagen på basis av Basudin EW, 57,1 % Diazinon

⁴⁰Densitet 860 g / l antas

⁴¹Sprutning med 2000 l / ha tar 40 min / ha och med 666 l / ha tar det 21 min / ha.

4.4.5 Bevattning

Bevattningen sker med lågvinkelspridare⁴² till vilka vattnet pumpas med hjälp av en elektrisk pump från en djupborrad brunn. 250 mm sprids fördelat på 5 olika tillfällen under säsongen.

Pumpmotoreffekt:	40 kW
Tidsåtgång per säsong:	15 h
Elenergiförbrukning 1:	600 kWh = 2160 MJ / ha
Elenergiförbrukning 2:	0,02769 MJ / FU
Vattenförbrukning:	250 mm / säsong*ha
	2500 m ³ / ha*säsong
	32050 g / FU

4.4.6 Skörd

Skörden sker till stor del manuellt med hjälp av stegar och plockpåsar, men en viss maskinell insats krävs också för transporter inom och till och från fältet. För dessa arbeten använder man en traktor av modellen Fendt 260.

Dieselförbrukning:	7,3 l / h
Tidsåtgång:	42 h / ha
Använd diesel:	306,6 l / ha = 251,4 kg / ha
Energiförbrukning 1:	10861 MJ / ha
Energiförbrukning 2:	0,1392 MJ / FU
Äpplen:	78000 kg / ha = 78000 FU / ha

4.4.7 Transport till packhus

Efter skörd körs lådorna med äpplen till EEC Horticulture:s packhus i Whakatu 15 km från odlingen.

Sträcka:	15 km
Transportmedel:	Lastbil
Enhetslast:	21 ton

⁴²Ett sprinklersystem som sprider vattnet under trädskronorna. Jmf med översprinkler.

4.4.8 Sortering och packning

När frukten har nått packhuset sorteras den först i tre kategorier; exportfrukt, frukt för den lokala marknaden och industrifrukt. Storlekarna på de tre kategorierna var för säsongen 1995-1996, 79 %, 10 % respektive 11 % (Barker, 1996). Packningen av den frukt som går till bland annat Sverige görs i wellpappkartonger som rymmer 18,3 kg äpple och har totalvikten 20 kg, således innehållande 1,7 kg wellpapp. Processfrukten genomgår inte packningen, utan samlas upp i större lådor och lämnar därefter det studerade systemet. Elförbrukningen för sortering och packning har erhållits från elräkningen⁴³ för april 1996, en månad då man packade 6000 ton äpplen. Dock måste energiförbrukningen för att sortera processfrukten brytas ur denna beräkning. Därför görs först ett antagande om att elförbrukningen för packning och sortering är lika stora, varefter en massallokering av elförbrukningen för sorteringen görs, på ett sådant sätt att processfrukten får bära 11 % av förbrukningen för sorteringen. Efter detta beräknas den totala elförbrukningen för att packa och sortera exportfrukten och frukten för den lokala marknaden, då uppgiften om mängden packad frukt för april månad gäller dessa två kvaliteter tillsammans.

Elförbrukning packning och sortering,

April 1996:	36020 kWh
Packad mängd (lokal+export):	6000 ton
Elförbrukning sortering:	18010 kWh (Uppskattning)
El förbr. sortering process:	18010*0,11 = 1981 kWh
Elförbr. sortering local och export:	18010-1981 = 16029 kWh
Elförbr. sortering och packning (l o.e):	34039 kWh
Elförbrukning per kg:	34039/6000*10 ³ = 5,67*10 ⁻³ kWh / kg
Energiförbrukning:	0,0041 MJ / kg
Wellpapp:	92,90 g / FU

4.4.9 Transport EEC packhus - ENZA kyllager

Packhuset ligger mycket nära ENZA:s kyllager; sträckan är en kilometer och denna transport görs med lastbil.

4.4.10 Lagring i ENZA:s kyllager

Den exportfärdiga frukten lagras in i ENZA:s stora kyllager i väntan på att det skall samlas upp en båtlast och att en köpare skall finnas. Detta gör att lagringstiden kan variera, men som ett användbart medelvärde kan 3 veckor tjäna (Perret, 1996). Det har inte varit möjligt att få fram uppgifter angående energiförbrukningen för kyllagringen på Nya Zeeland. I

⁴³Hawkes Bay Power, räkning nr 9600340006

stället hämtas energiförbrukningen från inventeringen av det franska systemet; 0,02814 MJ / FU*månad.

4.4.11 Transport kyllager - hamn

Utskeppningshamnen för de studerade äpplena finns i Napier, som ligger ca 20 km från ENZA:s kyllager. Transporten till hamnen sker med lastbil.

4.4.12 Transport Nya Zeeland - Sverige

Transporten från Nya Zeeland till Sverige sker med kylfartyg och går antingen direkt till Sverige eller via Antwerpen, där frukten i så fall omlastas till lastbil. Om transporten går direkt till Sverige, vilket är scenario 1 för Nya Zeeland, anlöper den i allmänhet Malmö sjöterminal där den lagras in i väntan på försäljning. Medelstorleken på de fartyg som anlöpte Malmö 1996⁴⁴ var 8126 ton. Distansen Napier - Malmö är 12500 miles = 23150 km. Scenario 2 för de nyzeeländska äpplena är att oljeförbrukningen för kylfartyget är högre än för scenario 1, $2,9 \cdot 10^{-4}$ MJ / kg km istället för $2,0 \cdot 10^{-4}$ MJ / kg km, vilket är en mer korrekt bränsleförbrukning enligt Svenska Redareföreningen (Karlsson, 1996). Scenario 3 för det nyzeeländska produktionssystemet är att transporten går till Antwerpen, vilket gör att båttransporten blir 22224 km och att det tillkommer en lastbilstransport på 1240 km för transporten till Göteborg.

4.4.13 Lagring på Malmö sjöterminal

I väntan på försäljning lagras äpplena i kyllager vid Malmö sjöterminal. Enligt uppgift från terminalen (Sjöström, 1996) är en rimlig medellagringstid att anta tre veckor.

4.4.14 Transport till Göteborg

Frukten transporteras därefter med lastbil till Frans A. Sanden AB i Göteborg. Avståndet Malmö - Göteborg är 275 km.

4.4.15 Hantering i Göteborg

Mottagare i Göteborg är Frans A. Sandén AB vilka i sin tur levererar äpplen till grossisten Hilding Janssons. De nyzeeländska äpplena kommer i allmänhet som hela bilar till Sandéns varefter Hilding Janssons köper frukten därifrån. Eftersom de båda företagen ligger i stort sett vägg i vägg har någon transport mellan dem inte tagits med i studien. Inte heller har energiförbrukning och emissioner från truckarna som används för omlastningen tagits med.

4.4.16 Transport till butik

Den butik som valts som livscykelns slutpunkt för studien är ICA Åkerredshallen i Göteborg. Avståndet till denna butik från Hilding Jansson's är 15 km och transport sker med lastbil (Gunnarsson, 1996).

5 SYSTEMBESKRIVNING FRANKRIKE

5.1 Den Franska äppelproduktionen

Odling av frukt och grönsaker är en mycket betydelsefull del av den franska jordbruksproduktionen. Man odlar ett mycket brett spektrum av både frukt och grönsaker bland annat tack vare landets stora klimatologiska skillnader mellan norr-söder och väst-öst. Detta gäller inte minst för äppelproduktionen, som skiljer sig mycket åt både vad gäller sorter och odlingsmetoder. Som exempel på skillnaderna är svampsjukdomar ett stort problem i nordvästra delen av landet, då klimatet är fuktigt, medan man i sydvästra delen av Frankrike har ett torrt klimat vilket gör att svampsjukdomar relativt sett är ett mindre problem än vad insektsangreppen är. Äppelodlarna i Frankrike är mycket noga med att hålla en hög kvalitet och menar att en övergång till mer miljövänliga produktionsmetoder skulle äventyra konkurrenskraften för deras frukt. Trots detta motstånd pågår relativt mycket forskning när det gäller integrerad produktion bl.a. på C.E.H.M. (Centre Expérimental Horticole de Marsillargues) där man bl.a. har försök med biologisk bekämpning och skurvresistenta sorter. Centret håller också utbildning för odlare i ämnet samt finns med i arbetet att göra en IP-standard för Frankrike.

⁴⁴Vilket var fyra stycken

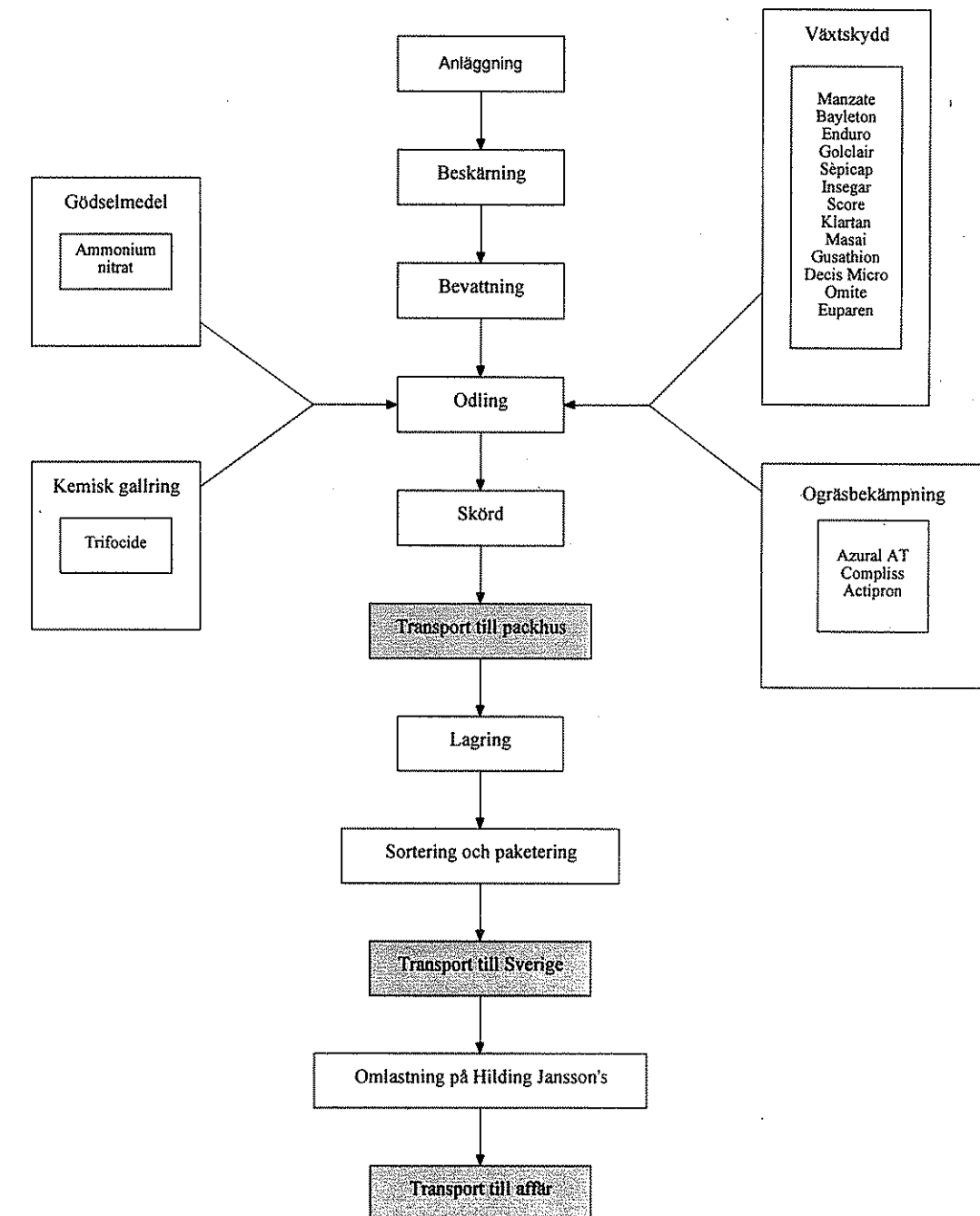
5.2 Den studerade odlingen

Det studerade företaget heter Société Civile Agricole du Mas de Mourges och finns ca 10 km utanför Lunel som ligger vid Medelhavet på Frankrikes sydvästra kust. Företaget drivs i bolagsform, och en av ägarna är exportföretaget Cardell Export. Företaget har en äppelareal på ca 320 ha och tar en årlig skörd på ca 15000 ton vilket betyder att det även med franska mått mätt är en mycket stor odling⁴⁵. Man har för att sköta driften ett 25-tal fast anställda, men vid skörden sysselsätter man cirka 300 plockare. Odlingen omfattar ett flertal sorter för att sprida risker och skördetidpunkt och den mest odlade sorten på odlingen är Granny Smith, men man odlar också mycket Golden Delicious och Gala. Skördeperioden sträcker sig från senare delen av juli till mitten av november. Under föreståndaren och tillika delägaren drivs odlingen intensivt och den är, trots sin storlek, att betrakta som en normalodling med avseende på de miljöpåverkande insatser som är aktuella för föreliggande undersökning (Tronel, 1996). Området i denna del av Frankrike har ett mycket gynnsamt klimat med både tidiga vårar och gynnsamma höstar. Dessutom har man ett torrt klimat, vilket gör att svampsjukdomar relativt sett blir ett mindre problem. Å andra sidan gör dessa klimatfaktorer att insekter trivs mycket bra vilket gör att dessa problem överväger. Jordarna i området är mycket näringsrika, då de utgörs av flodslam och vattentillgången är god; det finns vatten redan på sex meters djup och dessutom finns det bifloder till Rhône inom räckhåll.

Studien är gjord på företagets Golden Delicious odlingar, som alla i stort sett sköts på samma sätt. Insatserna görs till stor utsträckning efter almanackan och inte i första hand efter upptäckta behov. Skördesiffrorna är medelskörden för alla Golden-avdelningarna inom företaget. Större delen av uppgifterna har inhämtats genom intervjuer med chefen för, tillika delägaren i odlingen, samt en av driftsledarna vid företaget. Hela det studerade systemet redovisas i figur 5.1 De indata som använts för LCA-it behandlingen finns redovisade i Appendix F

⁴⁵Medelstorleken i området är 30-40 ha (Tronel, 1996)

Figur 5.1: Det franska odlings- och distributionssystemet



5.3 Anläggningsfasen

I de franska odlingarna har inte utvecklingen vad gäller att ha små träd gått lika långt som i Sverige, detta beror dels på att de större skördarna kräver kraftigare träd, dels på grund av

att man har betydligt äldre träd. Man räknar på Mas du Mourges med att ha en omloppstid på 25 år innan en odling behöver bytas ut (L'Hôte, 1996) och att den första skörden kan tas två år efter plantering.

5.3.1 Dränering

Tack vare jordarnas stora genomsläpplighet och det torra klimatet anser man sig inte behöva någon konstgjord dränering. Det finns dock diken runt om de flesta odlingarna, men dessa beaktas inte i denna undersökning.

5.3.2 Kalkning

Då jordarna inom odlingarna är kalkrika behöver någon ytterligare kalkning inte göras.

5.3.3 Gödsling

Spridningen av konstgödsel under etableringsfasen sker genom bredspridningen av granulat. Den utrustning som används är en Vicon spridare som bärs av en IH 2140 V och den totala givan fördelas på fyra spridningstillfällen.

Spridning 1	Mars
Gödselmedel:	NPK 18.46.0
Mängd:	400 kg / ha
Spridning 2:	Maj
Gödselmedel:	Ammoniumnitrat 35,5 %
Mängd:	200 kg / ha
Spridning 3:	Juni
Gödselmedel:	NPK 13.0.48
Mängd:	200 kg / ha
Spridning 4:	November
Gödselmedel:	NPK 7.14.28
Mängd:	200 kg / ha

Dessa spridningar ger nedanstående totala mängder av de olika näringsämnena;

Mängd kväve per ha:	179 kg / ha
Mängd kväve per FU:	$2,47 \cdot 10^{-3}$ kg / FU
Mängd fosfor per ha:	212 kg / ha
Mängd fosfor per FU:	$2,93 \cdot 10^{-3}$ kg / FU
Mängd kalium per ha:	152 kg / ha

Mängd kalium per FU:	$2,10 \cdot 10^{-3}$ kg / FU
Tidsåtgång gödsling:	0,333 h / ha
Tidsåtgång totalt:	$4 \cdot 0,333 = 1,33$ h / ha
Dieselförbrukning ⁴⁶ :	5,76 kg / h (OECD, 1990)
Förbrukad diesel:	7,68 kg / ha
Energiförbrukning 1:	331,6 MJ / ha
Energiförbrukning 2:	$4,6 \cdot 10^{-3}$ MJ / FU

5.3.4 Jordbearbetning

Före plantering krävs jordbearbetning. Här antas att två stycken görs; först en plöjning och sedan en harvning, vidare antas att dessa körningar görs med en JD 3130 (81 hp).

Tidsåtgång:	$1,85 + 0,58 = 2,43$ h / ha (Elinder & Falk, 1983)
Dieselförbrukning ⁴⁷ :	12,3 kg / h (OECD, 1978)
Använd diesel:	29,9 kg / ha
Energiförbrukning 1:	1291,2 MJ / ha
Energiförbrukning 2:	$1,79 \cdot 10^{-2}$ MJ / FU

5.3.5 Plantering

Det förband som nyttjas vid planteringen i den studerade odlingen är 1,5 * 4 m, vilket innebär att man sätter 1426 plantor per hektar. Planteringen sker i huvudsak manuellt, men man använder traktorer för transporter, plöjning av planteringsfåra och igenfyllning efter planteringen. För dessa arbeten använder man följande traktorer; en st JD 3130⁴⁸ på 83 hp, en CASE-IH 2140 V och en Fiat 45-66 med en effekt på 41 hp. Den dieselförbrukning som anges nedan är den totala för dessa traktorer vid blandad körning, dock med undantaget att JD 3130 endast används halva tiden.

Antal plantor:	1426 st / ha
Total dieselförbrukning ⁴⁹ :	16,11 kg / h
Tidsåtgång:	0,333 h / ha
Använd diesel:	5,37 kg / ha
Energiförbrukning 1:	232 MJ / ha
Energiförbrukning 2:	$3,2 \cdot 10^{-3}$ MJ / FU

⁴⁶Vid 45 % effektuttag

⁴⁷Vid 65 % av maxeffekt

⁴⁸Oklart om det är exakt denna modell som används, men storleksordningen är rätt.

⁴⁹Med hänsyn tagit till JD-traktorns halva användningstid.

5.3.6 Bevattning

Den bevattning som görs på de nyplanterade odlingarna bedöms vara av mindre omfattning än den av de etablerade och skördeavkastande odlingarna. De data som redovisas här är beräknade genom att minska den verkliga bevattningen av de etablerade odlingarna med 25 %. Bevattningen av de skördeavkastande odlingarna görs med hjälp av lågvinkelspridare och man vattnar med 55 mm var 12:e dag från andra juni till 15:e augusti. Vattnet kommer från en biflod till Rhône och trycksätts där till 3 kg / cm² varefter vattnet via ledningar når äppelodlingarna. Energiberäkningarna för pumpningen baserar sig på antagandet att den erforderade pumpeffekten⁵⁰ är 40 kW och att vattenflödet är 3000 l / minut.

Antal bevattningstillfällen:	7 st
Vattenmängd:	55 mm per vattningstillfälle
Total vattenförbrukning:	3850 m ³ per ha och år
Reduktionsfaktor för nyanlagd odling:	0,75
Vattenförbrukning per FU:	$0,0532 * 0,75 = 0,0399 \text{ m}^3 / \text{FU}$
Vattenflöde:	3000 l / min
Tidsåtgång:	$2888 / (3*60) = 16,0 \text{ h} / \text{ha}$
Elförbrukning:	$40*16 = 641,7 \text{ kWh} / \text{ha} = 2310 \text{ MJ} / \text{ha}$
Energiförbrukning per FU:	<u>0,032 MJ / FU</u>

5.3.7 Växtskydd

Användningen av kemiska växtskyddsmedel är mindre under anläggningsfasen än under odlingsfasen. De uppgifter som redovisas nedan utgår från de åtgärder som görs i de äldre odlingarna men har justerats utifrån det faktum att man inte bekämpar mot till exempel äppelvecklare och lagringsröta i en odling som inte ger någon avkastning.

Pesticid, tillverkare,kategori:	Manzate, Du Pont, f
Aktiv substans, andel:	Mancozeb, 80 %
Antal bekämpningar:	4
Dos:	2,4 kg / ha
Totalmängd per ha:	9,6 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,106 g / FU</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Bayleton, Bayer S.A., f
Aktiv substans, andel:	Triadiméfon, 5 %
Antal bekämpningar:	2
Dos:	1,2 kg / ha,
Totalmängd per ha:	2,4 kg / ha

⁵⁰Baserat på uppföringshöjd och ledningslängd

Totalmängd aktiv substans per ha:	0,12 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>$1,657*10^{-3} \text{ g} / \text{FU}$</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Enduro, Bayer S.A., i
Aktiv substans, andel:	Betacyfluthrine, 8 g / L
	Oxydeméfonmethyl, 250 g / L
Antal bekämpningar:	1
Dos:	0,960 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	Betacyfluthrine: $7,68*10^{-3} \text{ kg} / \text{ha}$
	Oxydeméfonmethyl: 0,240 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	Betacyfluthrine: <u>$1,06*10^{-4} \text{ g} / \text{FU}$</u>
	Oxydeméfonmethyl: <u>$3,31*10^{-3} \text{ g} / \text{FU}$</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Golclair S, Du Pont, -
Aktiv substans, andel:	Svavel, 58,3 %
	Oljeelement, 1,8 %
Antal bekämpningar:	6
Dos:	$4*12 + 1*9 + 1*6 \text{ kg} / \text{ha}$
Totalmängd per ha:	63 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	Svavel: 36,7 kg / ha
	Oljeelement: 1,134 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	Svavel: <u>0,50 g / FU</u>
	Oljeelement: <u>0,0157 g / FU</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Sépicap, Du Pont, f
Aktiv substans, andel:	Captan, 83 %
Antal bekämpningar:	4
Dos:	2,4 kg / ha
Totalmängd per ha:	9,6 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	7,97 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,11 g / FU</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Insegar, La Quinoléine, i
Aktiv substans, andel:	Fenoxycarbe, 25%
Antal bekämpningar:	1
Dos:	0,600 L / ha
Totalmängd per ha ⁵¹ :	0,600 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	0,150 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>$2,072*10^{-3} \text{ g} / \text{FU}$</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Score, Ciba-Geigy, f
Aktiv substans, andel:	Difenoconazole, 250 g / L
Antal bekämpningar:	2

⁵¹Densiteten 1000 g / L antages

Dos:	0,180 L / ha
Totalmängd per ha:	0,360 L / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	0,090 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>1,24*10⁻³ g / FU</u>

Pesticid, tillverkare, kategori:	Gusathion XL, Bayer S.A., i
Aktiv substans, andel:	Azinphosmethyl, 25 %
Antal bekämpningar:	2
Dos:	2,1 kg / ha
Totalmängd per ha:	4,2 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	1,05 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,0145 g / FU</u>

Pesticid, tillverkare, kategori:	Omite 30 WP, Schering, i
Aktiv substans, andel:	Propargite, 30 %
Antal bekämpningar:	1
Dos:	4,8 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	1,47 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,0203 g / FU</u>

Tidsåtgång sprutning:	0,5 h / ha	
Dieselförbrukning per timma ⁵² :	5,76 kg / h	(OECD, 1990)
Antal körningar:	ca 11 st	
Total tidsåtgång sprutning:	5,5 h / ha	
Dieselförbrukning totalt:	31,68 kg / ha	
Energiförbrukning 1:	1369 MJ / ha	
Energiförbrukning 2:	<u>0,0189 MJ / FU</u>	

5.4 Odlingsfasen

Med den omloppstid man räknar med på det studerade företaget kommer odlingsfasen att upprepas ca 22 gånger innan odlingen behöver bytas ut. Denna studie baserar generellt sett på uppgifter som är lika varje år, men uppgifterna vad gäller växtskydd och skörd är specifika för åren 1996 respektive 1995. Storleken på skörden är ett medelvärde för alla avdelningar med Golden Delicious inom företaget.

⁵²Vid 45 % effektuttag

5.4.1 Beskrivning

Beskrivningen görs för hand med saxar och sågar, men för krossningen av grenar används maskinell utrustning i form av en grenkross, dragen av en JD 3130 med en effekt på 83 hp.

Tidsåtgång:	1 h / ha	
Dieselförbrukning ⁵³ :	12,3 kg / h	(OECD, 1978)
Använd diesel:	12,3 kg / ha	
Energiförbrukning 1:	531,4 MJ / ha	
Energiförbrukning 2:	<u>7,34*10⁻³ MJ / FU</u>	

5.4.2 Ogräsbekämpning

Ogräsbekämpning görs vid ett tillfälle per säsong, i början av Mars. Man bekämpar då endast under träden, ej i gångarna. Den dos som anges nedan är dock inte per ha behandlad yta, utan är utslagen per hektar odling. Spridningen görs med en enkel sprutauren av en Fiattraktor⁵⁴. Förutom herbicider sprutar man också med en petroleumolja (Actipron AM).

Herbicid, tillverkare:	Azural AT, Monsanto
Aktiv substans, andel:	Glyfosat, 120 g / L
Antal bekämpningar:	1
Dos:	10 L / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	1,2 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,0166 g / FU</u>

Herbicid, tillverkare:	Compliss, Sipcam-Phyteurop
Aktiv substans, andel:	Diuron, 250 g / L
	Terbuthylazine, 250 g / L
Antal bekämpningar:	1
Dos:	6 L / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	Diuron: 1,5 kg / ha
	Terbuthylazine 1,5 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	Diuron: <u>0,02072 g / FU</u>
	Terbuthylazine: <u>0,02072 g / FU</u>

Herbicid, tillverkare:	Actipron AM
Aktiv substans, andel:	Petroleumolja, 850 g / L
Antal bekämpningar:	1
Dos:	2 L / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	1,7 kg / ha

⁵³Vid 65 % av maxeffekt

⁵⁴Som här antas vara av modell 45.66

Totalmängd aktiv substans per FU: 0,0235 g / FU

Tidsåtgång sprutning:	0,333 h / ha	
Dieselförbrukning:	4,20 kg / h	(OECD, 1986)
Använd diesel:	1,40 kg / ha	
Energiförbrukning 1:	60,5 MJ / ha	
Energiförbrukning 2:	<u>8,35*10⁻⁴ MJ / FU</u>	

5.4.3 Kemisk gallring

För att inte träden skall brytas sönder och för att skörden skall få en jämn och hög kvalitet är det nödvändigt att gallra odlingarna, speciellt för sorter som har tendenser till varannatårsproduktion⁵⁵. På Mas de Mourgues görs gallringen på kemisk väg genom sprutning med en herbicid med hjälp av en fläktspruta, dragen av en traktor typ CASE-IH 2140 V.

Pesticid, tillverkare:	Trifocide liquide, Elf Atochem Agri	
Aktiv substans, andel:	DNOC, 625 g / L	
Antal bekämpningar:	1	
Dos:	0,9 L / ha	
Totalmängd aktiv substans per ha:	562,5 g / ha	
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>7,77*10⁻³ g / FU</u>	
Tidsåtgång:	0,333 h / ha	
Dieselförbrukning:	5,76 kg / h	(OECD, 1990)
Använd diesel:	1,92 kg / ha	
Energiförbrukning 1:	82,94 MJ / ha	
Energiförbrukning 2:	1,15*10 ⁻³ MJ / FU	

5.4.4 Hagelskydd

Odlingarna är försedda med en sofistikerad hagelskyddsanläggning som består av ett system med sex stycken karbidkanoner som är anslutna till en datoriserad styranläggning. Om ett hageloväder kommer inom en radie av 30 km från odlingarna upptäcker anläggningens radar detta och systemet aktiveras. Karbidkanonerna skjuter då upp i luften, varvid haglen slås sönder. Systemet klarar att täcka hela odlingen och är helt automatiskt. Hagelskyddssystemet kommer inte att behandlas ytterligare i detta arbete, då det inte är en kontinuerligt insatt åtgärd och dessutom inte svarar för någon större miljöbelastning.

⁵⁵Dvs sorter för vilka ett år med bra skörd i allmänhet följs av ett med dålig skörd.

5.4.5 Gödsling

Spridningen av konstgödsel, som görs i början av mars, sker genom bredspridning av granulerad ammoniumnitrat⁵⁶. Den utrustning som används är en Vicon spridare som bärs av en IH 2140 V.

Gödselmedel:	Ammoniumnitrat 35,5 %	
Mängd:	150 kg / ha	
Mängd per FU:	<u>2,072 g / FU</u>	
Tidsåtgång gödsling:	0,333 h / ha	
Dieselförbrukning ⁵⁷ :	5,76 kg / h	(OECD, 1990)
Förbrukad diesel:	1,92 kg / ha	
Energiförbrukning 1:	82,9 MJ / ha	
Energiförbrukning 2:	<u>1,15*10⁻³ MJ / FU</u>	

5.4.6 Växtskydd

Användningen av kemiska växtskyddsmedel på odlingen är intensiv och sker i huvudsak efter en sprutplan. Dessa planer upprättas för respektive sort och innefattar trädens utvecklingsstadium alternativt datum, vilken kemikalie som skall användas samt vilken dos som skall sprutas. Denna sprutplan följs sedan till punkt och pricka med undantag av att ett fåtal bekämpningar har förbehållet att de endast skall utföras vid behov. Användningen av insekticider dominerar, vilket är i linje med de klimatologiska förutsättningarna i regionen. De data som redovisas nedan är hämtade från sprutplanen för 1996. Förutom de kemiska växtskyddsmedel som redovisas nedan görs också tre stycken behandlingar (0,36 l / ha) med Regulex, som innehåller 10 g / l av Gibberelinerna A₄ och A₇. Om man har problem med äppelvecklare under senare delen av säsongen behandlar man odlingarna med 0,9 kg / ha av Delfin, som innehåller Bacillus Thuringiensis (11 000 UIAK / mg). Dessa båda behandlingsmetoder kommer inte att behandlas ytterligare i denna studie, då det i nuläget inte är möjligt att göra någon bedömning av miljöpåverkan av dem.

Pesticid, tillverkare, kategori:	Manzate, Du Pont, f
Aktiv substans, andel:	Mancozeb, 80 %
Antal bekämpningar:	4
Dos:	2,4 kg / ha
Totalmängd per ha:	9,6 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,106 g / FU</u>

Pesticid, tillverkare, kategori:	Bayleton, Bayer S.A., f
Aktiv substans, andel:	Triadiméfon, 5 %

⁵⁶33,5 % N

⁵⁷Vid 45 % effektuttag

Antal bekämpningar:	2
Dos:	1,2 kg / ha
Totalmängd per ha:	2,4 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	0,12 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>1,657*10⁻³ g / FU</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Enduro, Bayer S.A., i
Aktiv substans, andel:	Betacyfluthrine, 8 g / L Oxydeméfonmethyl, 250 g / L
Antal bekämpningar:	1
Dos:	0,960 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	Betacyfluthrine: 7,68*10 ⁻³ kg / ha Oxydeméfonmethyl: 0,240 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	Betacyfluthrine: <u>1,06*10⁻⁴ g / FU</u> Oxydeméfonmethyl: <u>3,31*10⁻³ g / FU</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Golclair S, Du Pont, -
Aktiv substans, andel:	Svavel, 58,3 % Oljeelement, 1,8 %
Antal bekämpningar:	6
Dos:	4*12 + 1*9 + 1*6 kg / ha
Totalmängd per ha:	63 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	Svavel: 36,7 kg / ha Oljeelement: 1,134 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	Svavel: <u>0,50 g / FU</u> Oljeelement: <u>0,0157 g / FU</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Sépicap, Du Pont, f
Aktiv substans, andel:	Captan, 83 %
Antal bekämpningar:	6
Dos:	2,4 kg / ha
Totalmängd per ha:	14,4 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	11,95 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,165 g / FU</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Insegar, La Quinoléine, i
Aktiv substans, andel:	Fenoxycarbe, 25%
Antal bekämpningar:	1
Dos:	0,600 L / ha
Totalmängd per ha ⁵⁸ :	0,600 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	0,150 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>2,072*10⁻³ g / FU</u>

⁵⁸Densiteten 1000 g / L antages

Pesticid, tillverkare,kategori:	Score, Ciba-Geigy, f
Aktiv substans, andel:	Difenoconazole, 250 g / L
Antal bekämpningar:	2
Dos:	0,180 L / ha
Totalmängd per ha:	0,360 L / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	0,090 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>1,24*10⁻³ g / FU</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Klartan, Sandoz Agro, i
Aktiv substans, andel:	Tau-Fluvalinate, 240 g / L
Antal bekämpningar:	1
Dos:	0,720 L / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	0,173 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>2,39*10⁻³ g / FU</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Masai, Cyanamid Agro, i
Aktiv substans, andel:	Tebufenpyrad, 20 %
Antal bekämpningar:	1
Dos:	0,600 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	0,120 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>1,66*10⁻³ g / FU</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Gusathion XL, Bayer S.A., i
Aktiv substans, andel:	Azinphosmethyl, 25 %
Antal bekämpningar:	4
Dos:	2,1 kg / ha
Totalmängd per ha:	8,4 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	2,1 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,029 g / FU</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Decis Micro, Procida, i
Aktiv substans, andel:	Deltamethrine, 6,25 %
Antal bekämpningar:	2
Dos:	0,120 kg / ha
Totalmängd per ha:	0,240 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	0,0150 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>2,072*10⁻⁴ g / FU</u>
Pesticid, tillverkare,kategori:	Omite 30 WP, Schering, i
Aktiv substans, andel:	Propargite, 30 %
Antal bekämpningar:	1
Dos:	4,8 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	1,47 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,0203 g / FU</u>

Pesticid, tillverkare, kategori:	Methyleuparene, Bayer S.A., f
Aktiv substans, andel:	Tolylfluamide, 50 %
Antal bekämpningar:	2
Dos:	1,8 kg / ha
Totalmängd per ha:	3,6 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per ha:	1,8 kg / ha
Totalmängd aktiv substans per FU:	<u>0,0249 g / FU</u>
Tidsåtgång sprutning:	0,5 h / ha
Dieselförbrukning per timma ⁵⁹ :	5,76 kg / h (OECD, 1990)
Antal körningar:	22 st
Total tidsåtgång sprutning:	11 h / ha
Dieselförbrukning totalt:	63,36 kg / ha
Energiförbrukning 1:	2737 MJ / ha
Energiförbrukning 2:	<u>0,0378 MJ / FU</u>
Vätskemängd vid sprutning:	1200 l / ha
Total vätskemängd:	1200 * 22 = 26400 l / ha
Vattenmängd per FU:	<u>364,6 g / FU</u>

5.4.7 Bevattning

Vattnandet av odlingarna görs med hjälp av lågvinkelspridare och man vattnar med 55 mm var 12:e dag från andra juni till 15:e augusti. Vattnet kommer från en biflod till Rhône och trycksätts där till 3 kg / cm² varefter det leds ut till odlingarna. Energiberäkningarna för pumpningen baserar sig på antagandet att den erforderade pumpeffekten⁶⁰ är 40 kW och att vattenflödet är 3000 l / minut.

Antal bevattningstillfällen:	7 st
Vattenmängd:	55 mm per vattningstillfälle
Total vattenförbrukning:	3850 m ³ per ha och år
Vattenförbrukning per FU:	<u>0,0532 m³ / FU</u>
Vattenflöde:	3000 l / min
Tidsåtgång:	3850 / (3*60) = 21,4 h / ha
Elförbrukning:	40*21,4 = 855,6 kWh / ha = 3080 MJ / ha
Energiförbrukning per FU:	<u>0,0425 MJ / FU</u>

5.4.8 Skörd

Skörden görs huvudsakligen för hand med hjälp av stegar och plockkorgar, vilka hanteras av plockningsteam om 24 personer. Dessa team servas av två traktorer som sköter

⁵⁹Vid 45 % effektuttag

⁶⁰Baserat på uppfordringshöjd och ledningslängd

framflyttning och utbyte av lådor, samt en traktor som kör lådor till gårdscentrum. Den sistnämnda traktorn servar dock två plockningsteam och räknas därför som en halv traktor. Traktorena är av varierande modell, men här kommer beräkningarna att göras som om de alla vore Fiat 45-66. Ett plockningsteam kan på 20 timmar plocka 60 ton Golden Delicious.

Tidsåtgång:	3,333*10 ⁻⁴ h / kg äpple
Dieselförbrukning ⁶¹ :	5,10 kg / h
Total dieselförbr. för 2,5 traktorer:	12,75 kg / h
Förbrukad diesel totalt:	4,25*10 ⁻³ kg / FU
Energiförbrukning:	<u>0,1836 MJ / FU</u>

5.4.9 Efterbehandling

När äpplena är skördade körs de till gårdscentrum där man genomför en efterbehandling av frukten. Behandlingen går till så att hela lådorna går igenom en ram med munstycken varvid hela lådan besprutas kraftigt. Sprutvätskan, som innehåller två fungicider, recirkuleras och därför kan man förvänta sig att spillet utanför utrustningen är litet. Däremot bör en stor del av fungiciderna fastna på lådorna eftersom trävirket är relativt tätt.

Fungicid, tillverkare:	Xédamine, Xéda
Aktiv substans, andel:	Diphenylamine, 200 g / L
Förbrukad mängd:	2 kg / dag
Aktiv substans:	0,4 kg / dag
Behandlad mängd per dag ⁶² :	180 ton
Aktiv substans per FU:	<u>2,22*10⁻³ g / FU</u>

Fungicid, tillverkare:	Xédaquine, Xéda
Aktiv substans, andel:	Ethoxyquine, 500 g / L
Förbrukad mängd:	2 kg / dag
Aktiv substans:	1,0 kg / dag
Behandlad mängd per dag: 180 ton	
Aktiv substans per FU:	<u>5,56*10⁻³ g / FU</u>

5.5 Transport till packhus

All frukt som odlas inom företaget och som inte skall bli processfrukt körs till ett packhus, som ligger i Marsillargues nära odlingarna, och som ägs av exportföretaget Cardell export.

⁶¹Vid 46 % effektuttag

⁶²Baserar sig på att varje plockningslag plockar ca 65 lådor per dag och att det finns 8 st plockningslag.

På returren från packhuset kör man vid behov tomlådor. Körningarna till och från packhuset görs med lastbil varpå man lastar 14 ton per vända. Avståndet till packhuset är 4 km.

5.6 Sortering och packning

I packhuset finns en mycket modern och effektiv hanteringskedja för att sortera, lagra och packa frukten. Alla äpplen sorteras sortvis efter storlek, form, färg och övriga kvalitetsegenskaper snarast möjligt efter ankomst till packhuset. Sorteringen sker med hjälp av bland annat bildanalys i ett vattenburet system. Efter sorteringen lagras frukten in, fortfarande i lådor, till dess att den skall säljas. När frukten skall säljas tas den ur lager och körs genom packningsprocesserna, där sortering alltså inte förekommer, och packas i den typ av katonger som efterfrågas av den aktuella kunden. Nedan redovisas också den gas som förbrukas i packhuset. Huvuddelen av gasen, som är naturgas, används för att driva truckar och för den torkning av äpplena som görs efter sorteringen och inför packningen. De beräkningar som redovisas nedan är gjorda på säsongs- respektive helårsbasis för att eliminera skillnaderna mellan de olika månaderna vad gäller invägning samt paketering. Uppgifterna kommer från el- och gasräkningar, packhusets verkmästare samt deras redovisning.

Packad mängd säsongen 1995-96:	19216 ton
Total elförbrukning juli 95 till juni 96:	1 444 504 kWh
Andel av el för lagring:	52 % => 751 143 kWh
Andel av el för sortering och packning:	48 % => 693 361 kWh
Elförbrukning packning och sortering:	$693361 \text{ kWh} / 19216 \cdot 10^3 \text{ FU} = 0,0361 \text{ kWh} / \text{FU}$ $= 0,130 \text{ MJ} / \text{FU}$

Gasförbrukning 1995:	36037 nm ³
Medelenergiinnehåll:	11,525 kWh / nm ³
Gasenergiförbrukning:	415326 kWh = 1 489 050 MJ
Gasenergi per FU ⁶³ :	$1 489050 / 19216 = 0,077 \text{ MJ} / \text{FU}$

5.7 Lagring

Lagringen av frukten görs huvudsakligen i moderna CA-lager⁶⁴. Lagringstiden varierar mycket; en del frukt kommer knappt in i lager alls, medan en viss del lagras ända till juni året efter skörd. För att kunna beräkna energiförbrukningen för lagringen har här antagits

⁶³Den totalt hanterade mängden under 1995 approximeras här med motsvarande mängd för säsongen 1995-96

⁶⁴CA = Controlled Atmosphere, vilket innebär att, förutom temperaturen, även luftens sammansättning styrs i lagret; syrehalten sänks och koldioxidhalten höjs.

att medellagringstiden är fem månader. Energiförbrukningen för lagringen är beräknad med utgångspunkt i den uppdelning av den totala elförbrukningen som redovisas i 4.6 med det tillägget att kylagren inte är i drift under juni och juli. Den totala förbrukningen för lagring under säsongen 1995-96 har sedan ställts i relation till den totala hanterade mängden äpplen under säsongen, samt det faktum att medellagringstiden är fem månader.

Elförbrukning för lagring 1995-96:	751143 kWh = 2 704 115 MJ
Medellagringstid:	5 månader
Packad mängd säsongen 1995-96:	19216 ton
Elförbrukning lagring per FU och mån:	$2704115 / (19216 \cdot 10^3 \cdot 5) = 0,02814 \text{ MJ} / \text{FU} \cdot \text{mån}$

5.8 Transport till Sverige

Numera går transportererna uteslutande med lastbil, både kylda och icke kylda lastbilar. Kylbilarna tar en last av ca 23 ton. Avståndet Lunel (Cardells packhus) - Göteborg är 2020 km lastbilstransport samt 93 km (Svensson, 1996) båttransport vid överfärjning Fredrikshamn - Göteborg.

5.9 Hantering i Göteborg

Mottagare i Göteborg är Frans A. Sandén AB vilka i sin tur levererar äpplen till grossisten Hilding Janssons. Sandéns köper i allmänhet hela lastbilslaster, varefter Hilding Janssons köper frukten därifrån. Eftersom de båda företagen ligger i stort sett vägg i vägg har någon transport mellan dem inte tagits med i studien. Inte heller har energiförbrukning och emissioner från truckarna som används för omlastningen tagits med.

5.10 Butik

Den butik som valts som livscykelns slutpunkt för studien är ICA Åkerredshallen i Göteborg. Avståndet till denna från Hilding Jansson's är 15 km och transporten görs med lastbil (Gunnarsson, 1996).

6 KLASSIFICERING

6.1 Inledning

Klassificeringen innebär en uppdelning av den totala miljöpåverkan, från de i inventeringen identifierade flödena, i en rad olika påverkanskategorier, effektkategorier. Vissa flöden bidrar tillsammans med andra till att en effekt uppstår i miljön, medan andra ensamma kan stå för ett flertal effekter. Klassificeringen skall grunda sig på en vetenskaplig analys av vilka effekter som uppstår av ett visst flöde. Flödena tilldelas också index som beskriver dess påverkan på den aktuella effektkategorin.

6.2 Effektkategorier

Det är viktigt att effektkategorierna täcker så många miljöproblem som möjligt, men det är också viktigt att kategorierna inte överlappar varandra eftersom detta skulle kunna ge dubbelräkning av vissa flödens miljöpåverkan (Tillman & Baumann, 1995). De effektkategorier som föreslås i LCA Nordic (Lindfors et al., 1995), och som kommer att utnyttjas i denna studie, redovisas i tabell 6.1 nedan.

Tabell 6.1 Effektkategorier enligt Lindfors et al.

Effektkategori
1 Resursförbrukning - Energi och material
2 Resursförbrukning - Vatten
3 Resursförbrukning - Mark
4 Hälsoeffekter - Toxikologiska effekter (exklusive arbetsmiljö)
5 Hälsoeffekter - Icke-toxikologiska effekter (exklusive arbetsmiljö)
6 Hälsoeffekter - Arbetsmiljö
7 Växthuseffekten
8 Nedbrytning av stratosfäriskt ozon
9 Försurning
10 Eutrofiering
11 Bildning av fotooxidanter
12 Ekotoxikologiska effekter
13 Påverkan på den biologiska mångfalden
14 Inflöden som inte följts hela vägen till "vaggan"
15 Utflöden som inte följts hela vägen till "graven"

I denna studie har vissa effektkategorier uteslutits. För det första har kategori 3, Resursförbrukning - mark, uteslutits på grund av att det ännu råder osäkerhet om hur den skall hanteras och eftersom det i alla de tre studerade systemen rör sig om mark som i vilket fall som helst skulle ha använts för jordbruks- eller trädgårdsproduktion. Kategori 5, Icketoxikologiska effekter, har uteslutits då de data som skulle behövas för att kunna

bedöma denna kategori inte har samlats in vid inventeringarna av systemen. Detsamma gäller den sjätte kategorin; Arbetsmiljörelaterade hälsoeffekter. Slutligen har den trettonde kategorin, Effekter på den biologiska mångfalden, uteslutits på grund av att metoderna för att fördjupa sig i dessa effekter är outvecklade och att inventeringsfasen skulle ha blivit allt för omfattande om man skulle ha tagit med denna effektkategori.

En del av effektkategorierna kan också uppdelas ytterligare. Lindfors et al. anger i LCA-Nordic anges att kategori 1 kan delas upp i delkategorierna energi samt material, vidare anges att de tre hälsokategorierna kan delas upp i till exempel akut toxikologi, genotoxiska effekter, teratogena effekter och irritation.

6.3 Klassificering samt karakteriseringsindex för inventeringsresultaten

6.3.1 Resursförbrukning - Energi och Material

Som ett minimum bör energin redovisas uppdelad på energi från förnybara och icke förnybara energikällor och dessutom bör energiinnehållet i råvaror⁶⁵ redovisats för sig. Här kommer inte förbrukningen av material att redovisas.

Tabell 6.2 Klassificering och karakteriseringsindex för energiförbrukning

Flöde	Index
Olja	
Kol	
Diesel	
Uran	
Naturgas	
Torv	
Biobränsle	
Vattenkraft	

5.3.2 Resursförbrukning - Vatten

Med förbrukning av vatten avses här permanent bortförande av vatten från en källa. Som påpekas i LCA-Nordic (Lindfors et al., 1995) är det ofta svårt att avgöra vad som är ett permanent bortförande av vatten, men man föreslår att man i de fallen betraktar bortförandet som permanent. Om det är möjligt skall olika källor till vattnet noteras, det vill säga om det rör sig om flödande vatten eller vatten från någon reservoar.

⁶⁵Feedstock energy

Tabell 6.3 Klassificering för förbrukning av vatten

Index
Förbrukning av flödande vatten
Vattenförbrukning från reservoar

6.3.2 Hälsoeffekter - Toxikologiska effekter

Människors hälsa påverkas av föroreningar som når oss huvudsakligen via luft och föda. Luftföroreningar som skadar hälsan är till exempel svaveldioxid, kvävedioxid, sot, marknära ozon och vissa kolväten. Enligt beräkningar av Naturvårdsverket bidrar luftföroreningarna med 400-800 cancerfall, dvs 1-2 % av det totala antalet fall per år (SNV, 1993). Hälsoskadliga föroreningar som når oss via födan är till exempel tungmetaller och organiska föreningar som dioxiner och PCB.

Tabell 6.4 Klassificering och karakteriseringsindex för humantoxiska effekter.

Flöde	Index (kg kroppsv. / g subst.)
Luftemissioner	
No _x	0,00078
SO ₂	0,0012
CO	0,000012
Xylen	0,0022
Fenol	0,00056

6.3.3 Bidrag till växthuseffekten

Växthuseffekten, dvs den globala uppvärminngen, beror på att vissa gaser som koldioxid och lustgas har en förmåga att absorbera värmestrålning. Solstrålningen passerar utan problem gaserna på sin väg mot jorden och värmer denna, men värmestrålningen som sedan reflekteras ut från jorden kan inte passera gaserna. Effekten är i sig naturlig, och en förutsättning för vårt liv här på jorden, problemet är snarare att den har tilltagit, vilket innebär att vi med ökade halter av de så kallade växthusgaserna i atmosfären också får en stigande medeltemperatur. Höjda temperaturer är sannolikt inte så allvarligt på våra breddgrader, men i ett globalt perspektiv kan klimatet över hela jorden förändras på grund av ändrade luft- och vattenströmmar, ökad ökenutbredning samt eventuellt också smältande inlandsisar. Det finns index med ett antal olika tidsperspektiv när det gäller växthuseffekten, här har 100 års indexen valts.

Tabell 6.5 Klassificering och indexering jämlikt växthuseffekten

Flöde	Index (g CO ₂ -ekv. / g)
Emissioner till luft	
CO ₂	1
NO _x	7
HC	11
CO	3
N ₂ O	270
CH ₄	26

6.3.4 Nedbrytning av stratosfäriskt ozon

Det stratosfäriska ozonet⁶⁶ skyddar oss mot ultraviolett strålning från solen och om detta skydd minskar resulterar detta i en ökad frekvens av hudcancer, fler fall av grå starr samt nedsatt immunförsvar. Ozonskiktet bryts ned av bromerade och klorerade ämnen, mest kända är de halogenerade klorfluorkarbonerna (CFC), men ozonet påverkas också av lustgas, metan och andra kolväten. En uttunning i ozonskiktet har visats, speciellt över Antarktis, men även över norra halvklotet.

Tabell 6.6 Nedbrytning av stratosfäriskt ozon - klassificering

Flöde	Index
N ₂ O	Utnyttjas ej
CH ₄	Utnyttjas ej
HC	Utnyttjas ej
CO	Utnyttjas ej

6.3.5 Försurning

Sänkningen av pH i mark och vatten beror i Sverige till största delen på nedfall av svavelföreningar, men det finns också andra föreningar som bidrar till försurningen, som till exempel kväveoxider. Förutom att förändra förutsättningarna för ekosystemens fortlevnad finns andra risker med ett sänkt pH, bl.a. ökar urlakning av tungmetaller ur marken.

⁶⁶15-20 km över jordytan

Tabell 6.7 Klassificering och indexering av försurande substanser

Flöde	Index (mol H ⁺ / g)
NO _x	0,022
SO _x	0,031
NH ₃	0,059
HCl	0,027

6.3.6 Eutrofiering

Övergödning, eutrofiering, av mark och vatten är ett stort problem i dagens antropogena samhälle. Övergödning av mark gör att balansen i ekosystemet rubbas genom att kvävekrävande växter gynnas på de andras bekostnad, vilket kan få ödesdigra konsekvenser för fattiga naturtyper som till exempel myrar och mossar. Övergödda sjöar drabbas också de av att en del arter, speciellt plankton, breder ut sig på de andras bekostnad. Detta leder till igenväxning och kanske ännu allvarligare; också till syrebrist genom att det krävs syre för att bryta ned plankton när de dör. Vilket näringsämne som är mest eutrofierande på en given plats beror på vilket som är den begränsande tillväxtfaktorn, oftast kväve i havsvatten och fosfor i insjöar (Bernes, 1993).

Tabell 6.8 Klassificering samt karakteriseringsindex för eutrofiering

Flöde	Index (g O ₂ / g)
Till luft	
NO _x	6
NH ₃	16
Tot-N	20
Till vatten	
COD	1
Tot-N	20
Tot-P	140
NH ₃	-

6.3.7 Bildning av fotokemiska oxidanter

Marknära ozon är en av de fotooxidanter som kan bildas genom utsläppta kväveoxider och flyktiga organiska ämnen. Fotooxidanterna, särskilt ozonet, har negativa effekter på både människors hälsa och på växtligheten.

Tabell 6.9 Klassificering och karakterisering, bildning av fotooxidanter

Flöde	Index (g eten-ekv. / g)
CH ₄	0,007
HC	0,377
CO	0,04

6.3.8 Ekotoxikologiska effekter

Av de kemikalier som används och släpps ut i miljön finns det anledning att särskilt ägna uppmärksamhet åt de som både är giftiga och långlivade i miljön. Till denna grupp hör till exempel de organiska substanserna DDT, PCB och dioxiner, men också oorganiska ämnen som tungmetaller. Här kommer inte de bekämpningsmedel som används i de tre systemen att tas upp eftersom en separat bedömning av dessa görs i kapitel 8.

Tabell 6.10 Klassificering av ekotoxikologiska effekter

Flöde	Index (m ³ vatten / g)
Olja	50
Fenol	5900
Metaller	-

6.3.9 Inflöden som inte följts till "vaggan"

Ett antal inflöden har inte följts till "vaggan", alternativt har bara delvis följts till vaggan, som till exempel när det gäller tillverkningen av handelsgödsel och pesticider där endast energiförbrukningen har följts ända fram. I tabell 6.11 nedan redovisas de inflöden som inte följts hela vägen tillbaka.

Tabell 6.11: Inflöden som inte följts till "vaggan"

Land	Flöde
Sverige	Samtliga bekämpningsmedel Samtliga gödselmedel Xylen
Nya Zeeland	Samtliga bekämpningsmedel Samtliga gödselmedel Xylen Mineralolja
Frankrike	Samtliga bekämpningsmedel Samtliga gödselmedel Svavel Mineralolja

7 RESULTAT

I detta kapitel kommer resultaten av studien att redovisas, dock med undantag av resultaten för pesticiderna vilka istället redovisas i kapitel 8. Resultatredovisningen följer den uppdelning på olika effektkategorier som gjordes i samband med klassificeringen i kapitel 6.

7.1 Scenarier

Det är möjligt att bilda ett mycket stort antal olika scenarier för att studera hur olika faktorer slår på slutresultatet, men i denna studie har det varit nödvändigt att begränsa detta antal för att inte slutresultaten skall bli allt för omfattande och komplexa. De scenarier som använts beskrivs och namnges nedan:

Sverige I (Sv I) - Det svenska systemet, med en lagringstid efter skörd på 20 dagar, vilket gör att äpplet finns i butik omkring 5:e november

Sverige II (Sv II) - Samma system som i Sverige I, men här med en lagringstid på 105 dygn, vilket innebär att äpplena finns i butik i början av februari.

Frankrike I (Fr I) - Produktionssystemet i Frankrike, med en lagringstid på en månad, vilket också här gör att frukten kan vara i butik i Sverige omkring den 5:e oktober.

Frankrike II (Fr II) - Samma som scenario I bortsett från en förlängd lagring till sammanlagt 7,5 månader, vilket gör att frukten kan vara i butik i slutet av maj.

Nya Zeeland I (NZ I) - Nyzeeländsk äppelproduktion med en lagringstid på 3 veckor, vilket är en normal lagringstid för overseasfrukten. Scenariet innebär att frukten kan vara i butik i Göteborg i slutet av maj. Frukten transporteras i detta scenario med båt ända till Malmö.

Nya Zeeland II (NZ II) - Alla förutsättningar samma som i scenario I, med den skillnaden att en högre energiförbrukning för overseastransporten antas här.

Nya Zeeland III (NZ III) - Samma förutsättningar som i scenario I, men med skillnaden att båttransporten här slutar i Antwerpen, där äpplena omlastas till lastbil.

7.2 Resursförbrukning energi

Energiförbrukningen har inte karakteriserats, utan redovisas direkt i använd mängd energi. Den totala energiförbrukningen för de tre systemen redovisas, i 7.2.2 uppdelad på de tre

kategorierna förnyelsebara- och icke förnyelsebara energikällor samt feedstock⁶⁷. Denna uppdelning har gjorts för att det skall vara möjligt att jämföra miljöbelastningen av de olika systemens energibehov. I 7.2.3 redovisas energiförbrukningen för de tre systemen fördelad på de huvudsakliga delmomenten odling, postharvesthantering⁶⁸ samt transporter.

7.2.1 Elproduktion

Eftersom elproduktionen utnyttjar olika primärenergikällor i olika länder måste den förbrukade elenergin följas tillbaka till produktionen för att resultaten skall bli rättvisande. Den fördelning på olika primärenergikällor som använts här redovisas i tabell 7.1, där även verkningsgraden för de olika energislagen tagits med⁶⁹. De värden som redovisas i tabellen är förbrukningen av primärenergi för att framställa 1 MJ elektricitet. På grund av att verkningsgrad inkluderats i faktorerna blir summan av dessa dock >1 MJ.

Tabell 7.1: Faktorer för beräkning av primärenergibehov för elproduktion.

Energislag (MJ / MJ El)	Fransk el	Belgisk el	Schweizisk el	Tysk el	Brittisk el	Svensk el	Nyzeeländsk el
Vattenkraft	0,158	0,0036	0,631	0,0304	0,0156	0,588	0,784
Kärnkraft	2,103	1,824	1,233	0,833	0,667	1,6	-
Kol	0,291	0,818	0,0006	1,797	1,979	0,0394	0,0730
Olja	0,097	0,0788	0,0252	0,0848	0,285	0,0634	0,00364
Naturgas	0,018	0,264	0,0188	0,206	0,0364	0,00939	0,612
Biobränsle	-	-	-	-	-	0,0455	-
Torv och andra fasta bränslen	0,006	0,0364	0,0327	0,0303	0,0242	0,00455	-
Sol och vind	0,003	0,0003	-	4e-5	-	-	0,1348

Energislag (MJ / MJ El)	Amerikansk el	Italiensk el
Vattenkraft	0,0933	0,241
Kärnkraft	0,615	-
Kol	1,6	0,442
Olja	0,118	1,445
Naturgas	0,361	0,497
Biobränsle	-	-
Torv och andra fasta bränslen	0,0636	0,0156
Sol och vind	0,0114	0,028

⁶⁷Feedstock är energiinnehåll i råvaror för tillverkning av t.ex. pesticider och handelsgödsel

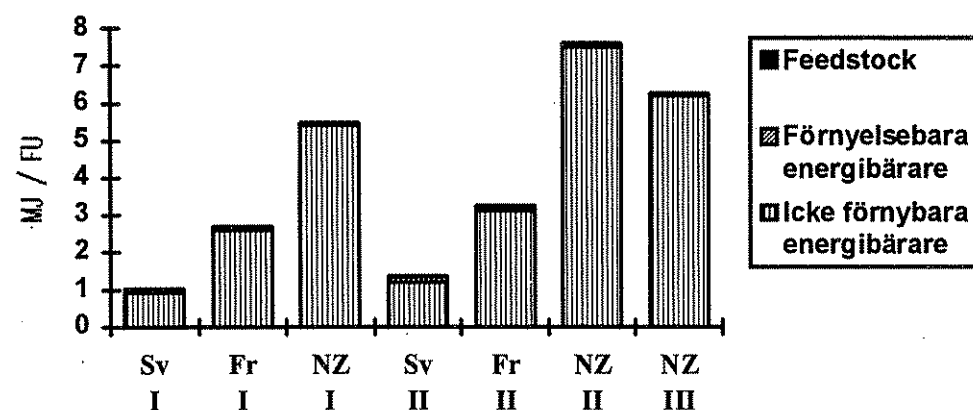
⁶⁸Som inkluderar t.ex. sortering, packning och lagring.

⁶⁹Uppgifterna hämtade från LCA-it:s energidatabas och kommer ursprungligen från Energifakta, 1991.

7.2.2 Total energiförbrukning för de olika scenarierna

Scenariernas totala energiförbrukning, inklusive den primära energin för elproduktionen, redovisas nedan i diagram 7.1 uppdelad i de tre kategorierna förnyelsebara- och icke förnyelsebara energikällor samt feedstock.

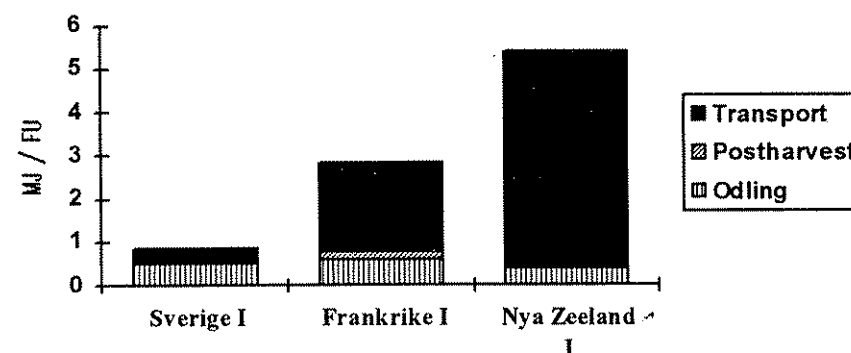
Diagram 7.1 Total energiförbrukning (MJ / FU)



7.2.3 Energiförbrukningen för de tre systemen uppdelad på delmoment

För att se hur energiförbrukningen fördelar sig inom de tre livscyklerna redovisas nedan, i diagram 7.2, energiförbrukningen uppdelad på odling, postharvestbehandling och transporter. Här är elenergin inte omräknad till primärenergikällor, vilket innebär att det totala energibehovet här är något lägre än i 7.2.2.

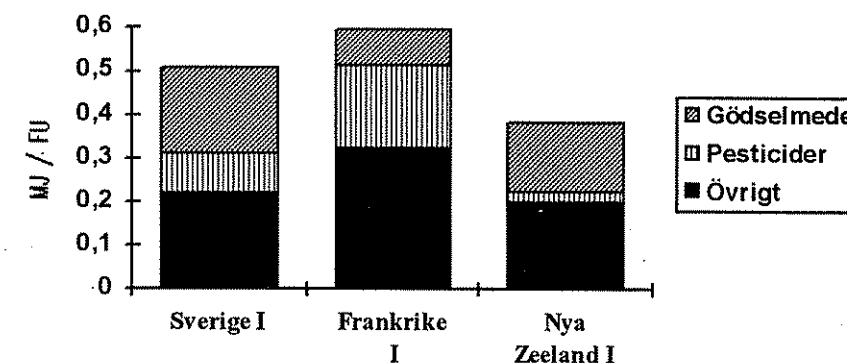
Diagram 7.2: Energibehovet uppdelat på delmoment.



7.2.4 Energiförbrukningens fördelning i odlingsfasen

Den energi som förbrukas vid odlingen av äpplen fördelar sig i stort mellan bränsle för att driva maskiner, någon el samt energi för att tillverka gödselmedel och pesticider. Fördelningen redovisas nedan i diagram 7.3 uppdelat på kategorierna pesticider, gödselmedel och övrigt. Inte heller här har elförbrukningen räknats om till primärenergi och dessutom har etableringsfasen exkluderats, då den står för ett mycket litet bidrag.

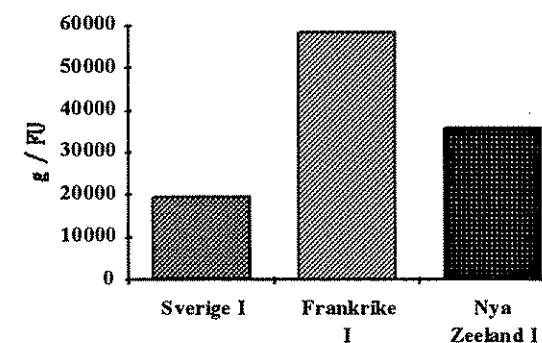
Diagram 7.3: Fördelning av energiförbrukningen under odlingsfasen.



7.3 Resursförbrukning vatten

Vatten används i de tre systemen främst för att bevattna odlingarna och som bärare av pesticiderna vid växtskydd och ogräsbekämpning. På Nya Zeeland och i Sverige tas vattnet från borrade brunnar, medan man i Frankrike pumpar vattnet från en flod. Vattenförbrukningen redovisas i diagram 7.4, nedan, i gram per FU.

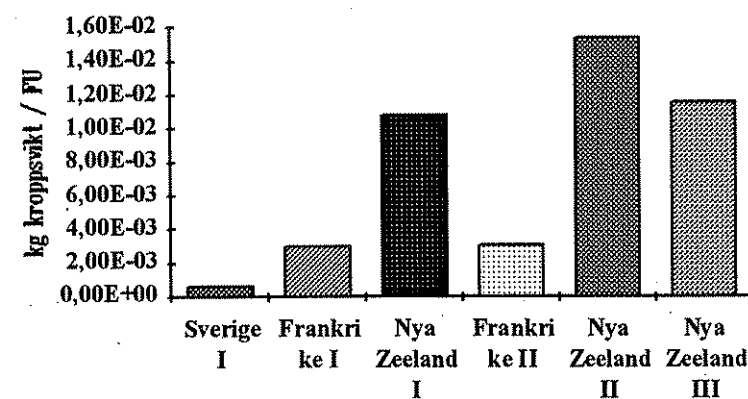
Diagram 7.4: Vattenförbrukning (g / FU)



7.4 Hälsoeffekter - toxikologiska effekter

De hälsotoxiska effekterna, det vill säga de humantoxiska effekter som kan uppstå till följd av utsläpp till luft, vatten och mark, redovisas nedan i diagram 7.5. Viktigt att notera är att de toxiska effekter som uppstår till följd av användandet av pesticider redovisas separat i kapitel 8.

Diagram 7.5: Hälsotoxiska effekter (kg kroppsvikt / FU)⁷⁰

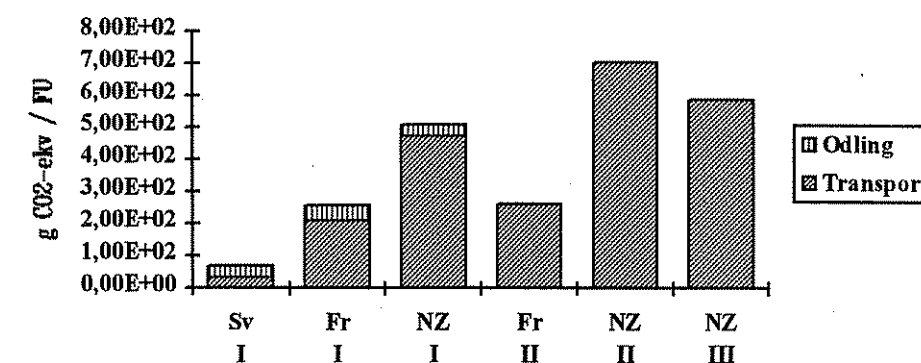


7.5 Bidrag till växthuseffekten

De olika scenariernas bidrag till växthuseffekten redovisas i diagram 7.6. För scenarierna Sverige I, Nya Zeeland I och Frankrike I dessutom uppdelat på delmomenten odling och transport. Observera att uppdelningen på odling och transport endast är gjord för grundscenarierna Sv I, Fr I och NZ I.

⁷⁰Observera att detta är en konstruerad enhet som baserar sig på begreppen TDI (Tolerable Daily Intake) och ADI (Acceptable Daily Intake), vilket förklarar att kroppsvikt finns med i enheten.

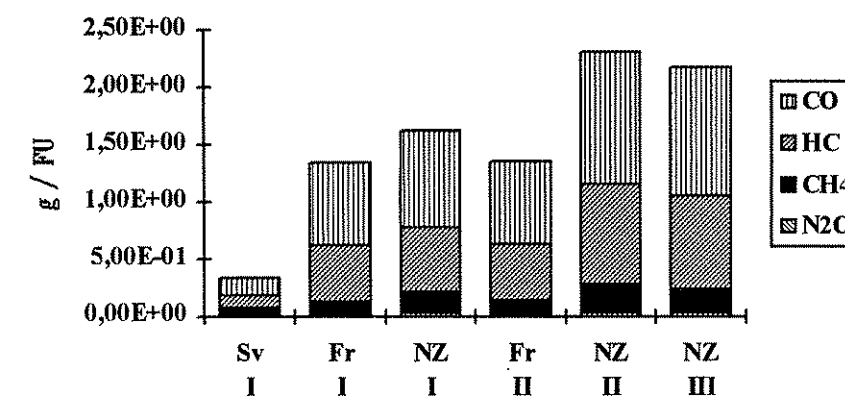
Diagram 7.6: Systemens bidrag till växthuseffekten (g CO₂-ekv. / FU)



7.6 Nedbrytning av stratosfäriskt ozon

Eftersom karakteriseringsindex saknas för nedbrytning av stratosfäriskt ozon redovisas resultaten här i form av de utsläppta mängderna ozonnedbrytande gaser från de tre systemen.

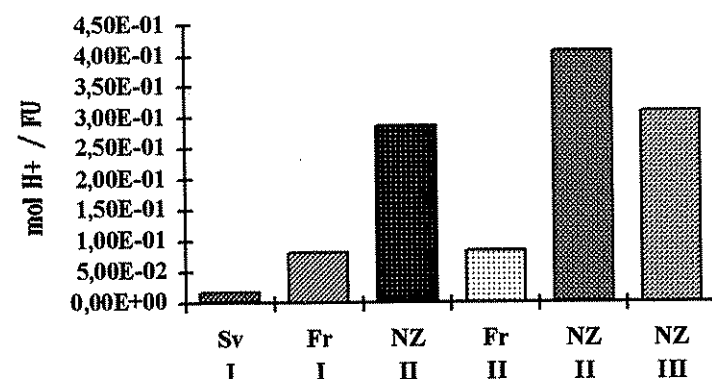
Diagram 7.7: Utsläpp av ozonnedbrytande ämnen (g / FU)



7.7 Försurning

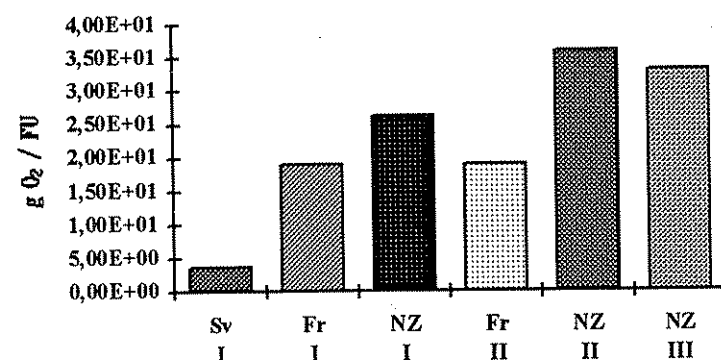
De försurande ämnen som uppstår i de studerade systemen är alla luftemissioner och deras totala bidrag visas i diagram 7.8 nedan.

Diagram 7.8: Produktionssystemens bidrag till försurningen.



7.8 Eutrofiering

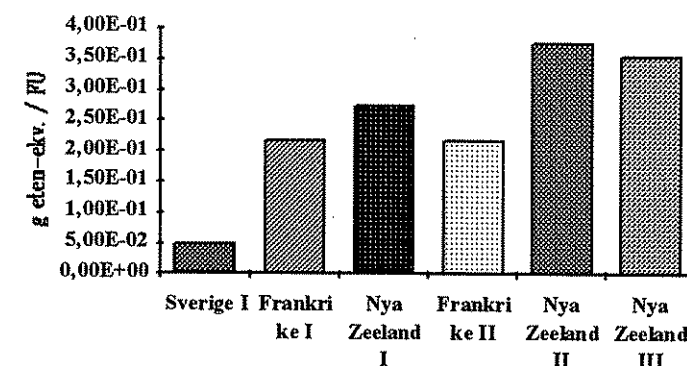
Här redovisas endast de utsläpp till luft som ger bidrag till övergödningen bortsett från COD.

Diagram 7.9: Eutrofiering (g O₂ / FU)

7.9 Bildning av fotokemiska oxidanter

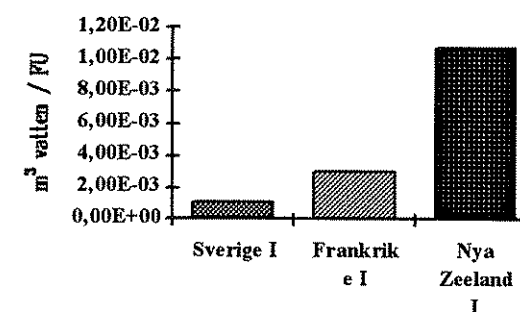
I diagram 7.10 redovisas de mängder fotokemiska oxidanter som bildas som ett resultat av de olika scenarierna.

Diagram 7.10: Utsläpp som orsakar bildning av fotokemiska oxidanter (g eten-ekv. / FU)



7.10 Ekotoxikologiska effekter

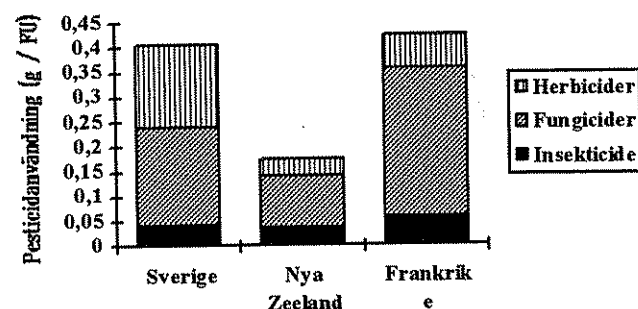
De ekotoxikologiska effekterna av äppelproduktionen i de tre systemen visas i diagram 7.11. Att observera är att de ekotoxikologiska effekterna av bekämpningsmedel redovisas separat i kapitel 8.

Diagram 7.11: Ekotoxikologisk påverkan (m³ vatten / FU)

8 BEDÖMNING AV MILJÖPÅVERKAN FRÅN PESTICIDANVÄNDANDET

Äppelodling är generellt sett kemikalieintensiv, vilket innebär att bedömningen av denna bör väga tungt om man ska analysera miljöbelastningen av sådan produktion. Vikten av att bedöma miljöpåverkan av pesticidanvändandet har belysts av flera författare, bl.a. Weidema (1995). Att ta reda på vilka pesticider som används och i hur stora mängder är en naturlig om än omfattande del av inventeringsfasen i en studie som denna. De använda mängderna aktiv substans per funktionell enhet, samt fördelningen mellan de olika pesticidkategorierna, visas i diagram 8.1 nedan. Att göra en jämförelse av de tre systemen på kvantitativ basis torde dock inte vara tillräckligt; ett gram av en pesticid per funktionell enhet kan ha en betydligt större påverkan än ett gram av en annan.

Diagram 8.1: Använd mängd aktiv bekämpningssubstans per funktionell enhet.



Ett antal förslag har lämnats för hur man skall hantera värderingen av kemiska substanser, bland annat har O. Jolliet exemplifierat sådana metoder (Jolliet, 1993). En brist i de metoder som använts tidigare för att bedöma påverkan av pesticider⁷¹ har varit att de i allmänhet inte har tagit hänsyn till ämnens rörlighet i marken, löslighet i vatten eller förångning. Som ett resultat av ett projektsamarbete mellan holländska RIVM⁷² och CML⁷³ har det presenterats en ny metod för att bedöma toxiska substanser inom livscykelanalysen (Guinée et al, 1996). Metoden grundar sig på den, av RIVM utvecklade, datormodellen USES⁷⁴ som är ett verktyg för att snabbt kunna göra bedömningar av fara och risk för miljön och människor av en viss toxisk substans. USES har för att fungera som ett underlag för LCA kompletterats med en speciell LCA-landsfil, varefter man med hjälp av modellen kan beräkna ekvivalensfaktorer för kemiska substanser som till exempel pesticider⁷⁵.

8.1 Översiktlig beskrivning av USES 1.0

Arbetet med att ta fram en modell för risk- och farobedömning⁷⁶ av substanser började redan 1989 då man inom det holländska miljöministeriet, VROM⁷⁷, startade ett projekt med samma namn som den nuvarande modellen, USES. Prototyper togs fram 1990 och 1992 och den nuvarande versionen, USES 1.0 kom tillsammans med projektets slutrapport 1994 (Jager & Visser, 1994). För en mer utförlig beskrivning av USES 1.0 hänvisas till USES-projektets slutrapport, här kommer endast en mycket översiktlig beskrivning att göras.

⁷¹Och andra toxiska substanser

⁷²National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, The Netherlands

⁷³Centre of Environmental Science, Leiden University, Leiden, The Netherlands

⁷⁴Uniform System for the Evaluation of Substances

⁷⁵I rapporten (Guinée et al, 1996) har man beräknat sådana faktorer för 94 olika kemiska substanser, dock inte särskilt många pesticider.

⁷⁶RA - risk assessment

⁷⁷Ministry of Housing, Physical Planning and Environment

USES 1.0 är uppbyggt av ett antal moduler varav de av störst intresse är emissions-, distributions- och effektmodulerna. Själva kärnan i USES-modellen när det gäller bedömning av miljöpåverkan är den vägning som görs mellan resultaten av exponeringsanalysen och effektanalysen, vilket är mera allmänt känt som en PEC / PNEC kvot (Predicted Environmental Concentration / Predicted No Effect Concentration). För bedömningen av effekter på människor motsvaras PEC/PNEC av en kvot mellan den bedömda koncentrationen och det Acceptabla Dagliga Intaget (ADI). Exponeringsanalysen görs i två steg; först bedöms hur stora utsläppen till miljön blir genom att ta hänsyn till använd mängd samt olika fysikalisk-kemiska egenskaper⁷⁸ hos substansen, därefter bedöms substansens koncentrationer i miljön samt det förväntade dagliga intaget av substansen med hjälp av modeller som tar hänsyn till ämnets rörlighet och nedbrytning i naturen. Effektanalysen omfattar identifieringen av faran och en dos-responsanalys av toxikologiska- och ekotoxikologiska data. När det gäller ekotoxikologiska PNEC⁷⁹-värden fram genom extrapolation av experimentellt framtagna toxicitetsdata för den aktuella substansen. Motsvarande för den humana delen av modellen görs genom att ett NOAEL⁸⁰-värde tas fram från de data som modellen matats med och att detta sedan extrapoleras till en no effect level (NEL) för människa. För effektanalysen använder sig USES 1.0 av en uppsättning standardvärden för att simulera den omgivande miljön. Dessa värden kan man, med hjälp av en så kallad countryfile, ändra så att den simulerade miljön liknar den som är aktuell vid varje utvärdering.

Indata till USES 1.0 skall som minimum svara mot det så kallade EC Base Set data, vilket är ett antal fysikalisk-kemiska egenskaper samt eko- och toxikologiska data (se Appendix B, tabell 1). Om inte detta krav uppfylls uppmärksammar USES användaren på detta och fyller därefter upp luckorna med förvalda, så kallade defaultvärden, eller uppskattningar så att modellen ändå kan generera en bedömning av ämnet. Vid användning av USES 1.0 för LCA ändamål hämtas vissa default värden från den nedan beskrivna LCA-landsfilen.

8.2 Anpassning av USES 1.0 till LCA-ändamål

I den holländska rapporten *LCA impact assessment of toxic releases* (Guinée et al, 1996) presenteras de svårigheter som finns och vilka anpassningar som är nödvändiga för att kunna använda USES 1.0 som ett hjälpmedel vid impact assessment steget i livscykelanalyser. En av de grundläggande skillnaderna mellan Risk Assessment (RA), som är USES egentliga metod, och LCA är tids- och rumsperspektivet på emissioner. Inom RA tar man hänsyn till hur stora koncentrationer av en toxisk substans och varaktigheten av dessa, medan man med de nuvarande LCA-metoderna endast tar hänsyn till totala mängder. LCA förutsätter också att miljön utgörs av ett slutet system medan man inom RA låter substanser läcka ut från ett system till ett annat. Skillnaderna kan elimineras genom att

⁷⁸Som t.ex. vattenlöslighet, log POW, Henry's lags konstant

⁷⁹Predicted No Effect Concentration

⁸⁰No Adverse Effect Level

implementera en speciell LCA-landsfil⁸¹, vilken finns beskriven i Guinée et al (1996), i USES modellen. Ytterligare ett antal delar av USES 1.0 är sådana att de inte passar att tillämpa för LCA ändamål som till exempel emissionsdelen som tar sin utgångspunkt i den producerade volymen och totala användningen av en substans. I en LCA samlas som bekant data om använd mängd in under inventeringsfasen varför USES beräkningsmodell för emissioner inte behövs. Andra delar av USES modellen som inte är tillämpliga, och därför stängs av, är modellerna för avloppsvattensrening och dricksvattensrening som båda tar sin utgångspunkt i ekonomiska förhållanden. En viktig begränsning att nämna är att USES 1.0 inte är direkt anpassat för bedömning av oorganiska substanser.

8.3 Använda data för bedömning av systemens pesticider

I USES 1.0 finns det möjlighet att som indata utnyttja cirka 80 parametrar och av dessa är ungefär 50 stycken tillämpliga vid användning av modellen för LCA-ändamål. I tabell 2, Appendix B, finns de parametrar som kan användas som indata för analysen. De data som här använts som indata, i den med LCA-landsfilen kompletterade USES 1.0 modellen, kommer från ett antal olika källor eftersom det annars varit svårt att få fullständig täckning. För det första har alla tillverkare kontaktats och ombetts att skicka data för sina pesticider, vilket de har gjort i varierande utsträckning och med olika kvalitet. I andra hand har The Pesticide Manual (1995) utnyttjats. För att komplettera dessa data har den svenska kemikalieinspektionens ämnesblad (KemI, 199X) och PM konsulterats och för de luckor som ändå inte kunnat täckas har den amerikanska www-databasen Extoxnet (Extoxnet, 1996) utnyttjats. I de fall det funnits uppgifter från flera av ovanstående källor har dessa jämförts. De verkliga⁸² indata som använts vid bedömningen av de här studerade aktiva substanserna finns redovisade i tabell 2, appendix B. De uppgifter som har ett 'S' efter sig är specifikt inmatade data, medan de som följs av ett 'D' är förinställda och de med ett 'E' är uppskattade värden.

8.4 Beräkningsgång för bedömning av miljöpåverkan av de studerade pesticiderna

De resultat från USES 1.0 körningarna som har utnyttjats för bedömningen av miljöskadligheten av de aktuella pesticiderna är två PEC / PNEC kvoter; akvatisk⁸³- och terrest⁸⁴- samt Margin Of Safety (MOS) för det humana systemet. De tre kvoterna innehåller dock en tidsdimension som beror på att USES 1.0 räknar med att ett utsläpp sker under en viss tid. Inom LCA tänker man sig istället utsläpp av ett ämne endast i termer av massa utan någon tidsaspekt, vilket innebär att det uppstår ett dimensionsproblem vid

⁸¹De ändringar som införs i USES 1.0 redovisas på sidan 37 i LCA impact assessment of toxic releases (Guinée et al, 1996)

⁸²dvs inte default- eller uppskattade värden.

⁸³Vattenlevande system

⁸⁴Landlevande system

användning av USES för LCA ändamål. Guinée et al (1996) diskuterar detta problem ingående och löser det genom att jämföra USES resultaten för det studerade ämnet med resultaten av bedömningen för en referenssubstans. Metoden, som använts i denna studie, innebär att PEC / PNEC kvoterna divideras med motsvarande kvot för referenssubstansen, 1,4-dichlorobenzene, varefter man erhåller dimensionslösa index, AETP respektive TETP⁸⁵. För den humana bedömningen dividerar man referenssubstansens MOS med den studerade substansens och får en Human Toxicity Potential (HTP). De erhållna indexen, AETP, TETP och HTP multipliceras därefter med använd mängd aktiv substans per funktionell enhet för respektive pesticid (se tabell 3, Appendix B) varefter de erhållna produkterna i varje påverkanskategori summeras landsvis. Slutresultatet av bedömningen blir för varje land tre jämförelsetal; ett visar den totala påverkan på akvatiska system, ett visar total påverkan på terrestra system och det tredje visar påverkan på humana system (se tabell 3, Appendix B), alla tre i enheten gram per funktionell enhet. Viktigt att notera är att det inte går att summera eller jämföra de olika kategorierna med varandra.

8.5 Resultat av bedömningen

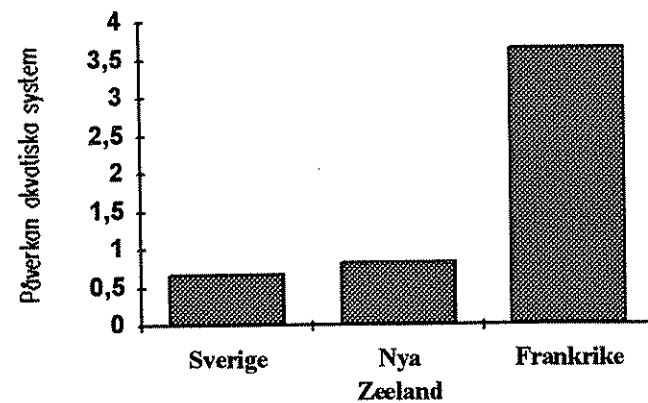
De tre länderna uppvisar stora skillnader vad gäller den använda mängden kemiska bekämpningsmedel men också, visar USES bedömningen, stora skillnader i påverkan på det akvatiska-, terrestra- och humana systemet. Resultaten av bedömningen har granskats översiktligt av Peter Bergkvist på Kemikalieinspektionen (se tabell 3, appendix B). Gemensamt för resultaten i alla tre kategorierna är att de anges i enheten g / FU, vilket egentligen inte betyder något, utan är ett resultat av multiplikationen index gånger använd mängd per funktionell enhet. Att observera är att någon rent kvantitativ jämförelse mellan resultaten för de tre kategorierna inte kan göras.

8.5.1 Påverkan på akvatiska system

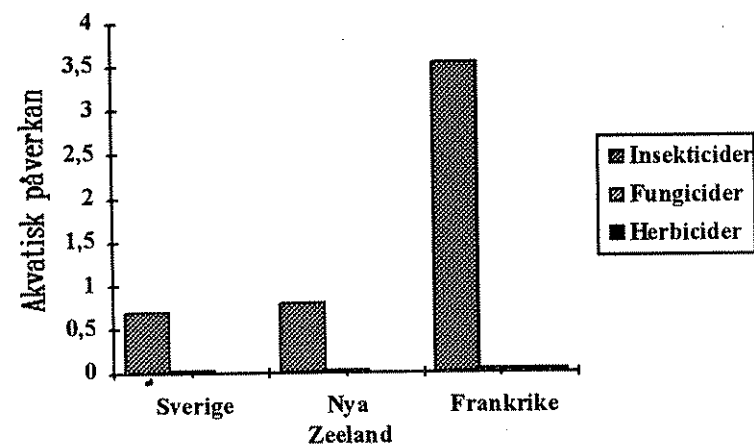
När det gäller total påverkan av odlingssystemen finns de största skillnaderna i den akvatiska kategorin, där påverkan av det svenska systemet är minst (0,67), tätt följt av det nyzeeländska (0,81) medan det franska odlingssystemet uppvisar den största påverkan (3,64), se diagram 8.2.

⁸⁵Aquatic Ecotoxicity Potential respektive Terrestrial Ecotoxicity Potential

Diagram 8.2: Påverkan på akvatiska system av de tre odlingssystemen



Genomgående kan man se (diagram 8.3) att den helt övervägande delen av påverkan på akvatiska system kommer från användningen av insekticider. Som framgår av tabell 3 i Appendix B står den aktiva substansen azinphos-methyl, vilken ingår i insekticiden Gusathion, för en mycket stor andel av påverkan i alla tre systemen. I det franska odlingssystemet bidrar dock insekticiden Klartan, med den aktiva substansen Tau-fluvalinate, med en större andel av påverkan på akvatiska system.

Diagram 8.3: De olika pesticidkategoriernas⁸⁶ bidrag till den akvatiska påverkan.

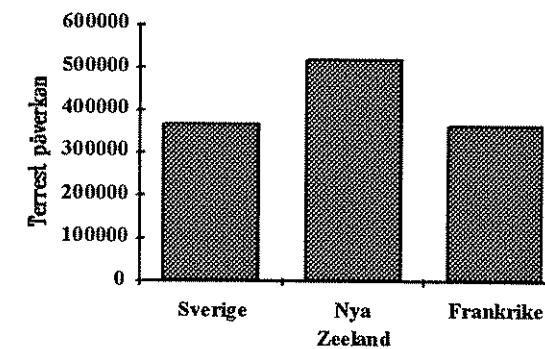
8.5.2 Påverkan på terrestra system

Påverkan på de terrestra systemen skiljer sig inte åt i lika stor omfattning som är fallet för de akvatiska. Mest terrest påverkan ger det Nya Zeeländska odlingssystemet med en

⁸⁶ d.v.s. insekticider, fungicider och herbicider

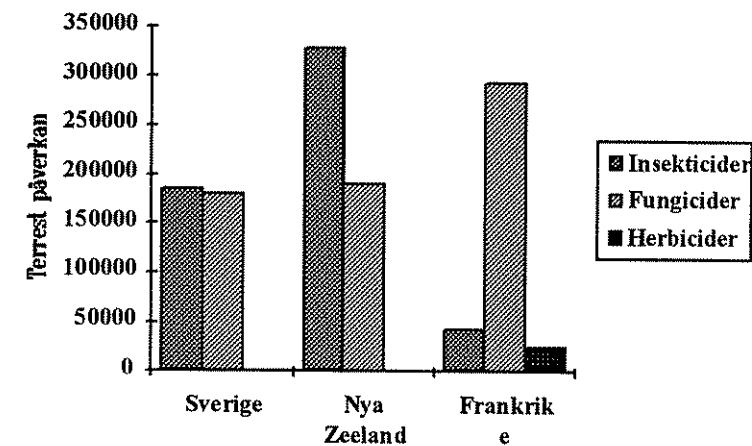
påverkanssumma på 519205, medan skillnaden mellan de båda andra systemen är liten; Frankrike ligger på 361486 och Sverige på 365380 (diagram 8.4)

Diagram 8.4: Terrest påverkan



Påverkan på terrestra system härrör, i det nyzeeländska och det svenska systemet, nästan uteslutande från fungicider och insekticider (se tabell 3, appendix B). I det franska odlingssystemet syns dock även påverkan från herbiciderna betydande. Fördelningen av påverkan mellan de olika pesticidkategorierna visas i diagram 8.5.

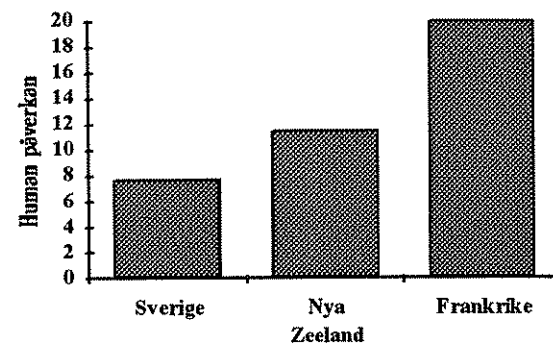
Diagram 8.5: De olika pesticidkategoriernas bidrag till den terrestra påverkan.



8.5.3 Påverkan på humana system

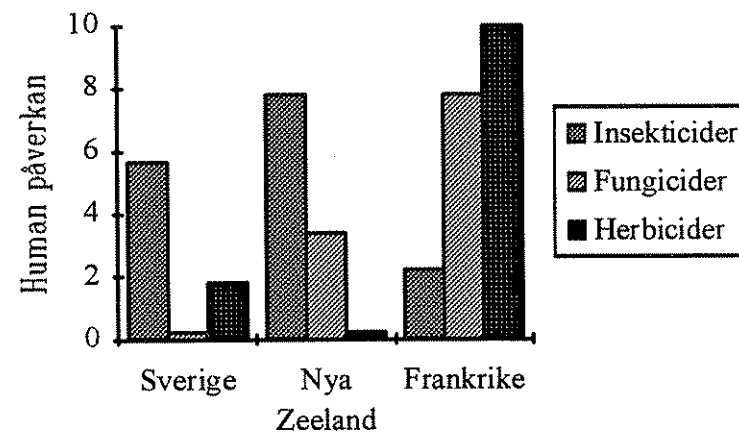
Den påverkan som de studerade systemen kan förväntas ge på de humana systemen skiljer sig också mycket; det franska odlingssystemet ger här en påverkan på 20,1, det nyzeeländska 11,5 och det svenska 7,7 (diagram 8.6). Att observera när det gäller humantoxisk påverkan är att effekter av eventuella resthalter av bekämpningsmedel i den skördade frukten inte finns medtagna i denna studie.

Diagram 8.6: Påverkan på humana system.



När det gäller från vilka pesticider påverkan kommer är bilden på den humana sidan mer diversifierad än för de båda andra påverkanskategorierna. För odlingen i Sverige och Nya Zeeland står insekticiderna för den största delen, medan det i det franska systemet är fungiciderna och herbiciderna som påverkar mest (diagram 8.7). Av tabell 3 i Appendix B framgår att ett fåtal av de använda aktiva substanserna står för en mycket stor andel av den totala påverkan, till exempel gäller detta Diuron och Mancozeb.

Diagram 8.7: Påverkan på humana system per kategori.

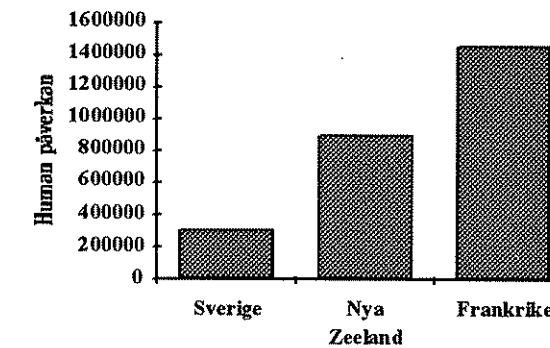


8.6 En jämförelse mellan att räkna på basen FU och på arealbasis

När det gäller användande av kemiska bekämpningsmedel kan en relevant fråga vara om det egentligen är helt relevant att räkna på basis av en funktionell enhet. Man kan tänka sig andra angreppssätt som till exempel att helt enkelt räkna på hur mycket bekämpningsmedel som används per hektar. Om man tänker sig att marken kan bryta ned och buffra bekämpningsmedel blir detta angreppssätt extra intressant då en stor skörd av den funktionella enheten inte gör det lättare för marken att ta emot bekämpningsmedel. Att beräkna miljöpåverkan på arealbasis förändrar resultaten av jämförelsen mellan de tre studerade systemen kraftigt. I diagram 8.8 visas resultaten för den humana påverkan

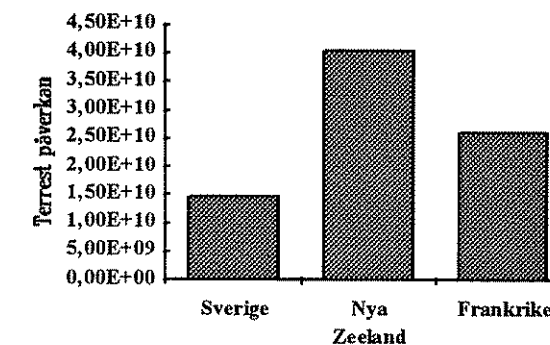
beräknad på arealbasis, jämför med terrest påverkan på basis av funktionell enhet i diagram 8.6.

Diagram 8.8: Humanpåverkan på arealbasis



I detta fall ändrades förhållandena mellan de tre systemen kraftigt, men inte ordningsföljden. En sådan förändring sker dock om man gör samma byte av beräkningsbas för påverkan på terrestra system, vilket framgår av diagram 8.9 jämfört med diagram 8.4.

Diagram 8.9: Terrest påverkan på arealbasis



Livscykelanalysen tar sin utgångspunkt i en nyttighet från det studerade systemet, den funktionella enheten, i det här fallet ett kg äpplen. Att gå ifrån denna enhet som beräkningsbas vore att lämna kopplingen nytta-miljöbelastning, vilket bland annat skulle innebära att äppelodling med lägre kemikalieintensitet och lägre avkastning skulle framstå som miljömässigt bättre. Dock skulle det för att producera samma mängd äpplen åtgå en större areal av denna typ av odling, vilket kanske till och med totalt sett skulle ge en högre miljöbelastning per kg producerad frukt.

troligen dra slutsatsen att en jämförelse av pesticidanvändningen på rent kvantitativ basis inte är tillräcklig. Det som hindrar från att dra denna slutsats med säkerhet är USES-modellens osäkerhet, samt att det inte finns någon metod att summera ihop indexen för alla påverkanskategorierna. Det är med hjälp av den använda metoden också möjligt att identifiera de pesticider som har en speciellt stor påverkan på miljön eller den humana hälsan. Dessa resultat kan sedan användas som underlag för en förbättringsanalys av ett studerat system. Resultaten av denna bedömning av miljöpåverkan från pesticidanvändandet diskuteras i kapitel 9.

9 DISKUSSION

9.1 Inledning

Det är stora skillnader mellan de studerade odlings- och transportsystemen när det gäller miljöeffekter och resursförbrukning. Detta beror naturligtvis på att de har helt olika förutsättningar, men ändå kan man säga att de uppfyller samma funktion, ett kg äpplen i butik i Göteborg, och utgör därför alternativ för konsumenten. Föreliggande diskussion kommer dels att behandla systemens påverkan på de påverkanskategorier som tagits fram i klassificeringen dels kommer bidraget från olika aktiviteter i systemen som till exempel odlingens eller lagringens bidrag att diskuteras.

9.1.1 Avkastningen

Det är stor skillnad på avkastningen i de tre systemen; i Sverige skördas knappt 40 ton äpplen per hektar, i Frankrike drygt 70 och på Nya Zeeland nästan 80 ton per hektar. För de emissioner och energiförbrukningar som sker under odlingsfasen har detta mycket stor betydelse, en emission kan till exempel vara dubbelt så stor i det nyzeeländska odlingssystemet för att få samma genomslag som i det svenska systemet eftersom beräkningsbasen är per kg äpplen. Betydelsen av avkastningen syns tydligast när det gäller pesticid- och handelsgödselanvändandet.

9.2 Miljöpåverkan av de studerade systemen (exklusive pesticidanvändandet).

Det finns två grupper av resultat som måste dras samman för att göra en totalbedömning av systemens miljöpåverkan; dels resultaten av karakteriseringen i kapitel 7 och dels resultaten av påverkansbedömningen av pesticidanvändningen, i kapitel 8. I detta avsnitt diskuteras resultaten från kapitel 7, medan resultaten från kapitel 8 diskuteras nedan under 9.3. En

stor vikt läggs vid energiförbrukningen, då det visat sig att de flesta emissioner i de studerade systemen har sitt ursprung i ett energiflöde och att även de flesta andra påverkanskategorierna därmed uppvisar ungefär samma resultat.

9.2.1 Energi

När det gäller energiförbrukningen i de tre grundscenarierna, Sverige I, Frankrike I och Nya Zeeland I, visar det sig för det första att äpplen från Nya Zeeland kräver betydligt mer energi från vaggan till graven; cirka fem gånger så mycket som det svenska och 1,7 gånger så mycket som det franska systemet (diagram 7.1). Det visar sig också att det både i det franska och nyzeeländska scenariet är transporten som dominerar, medan det i det svenska är odlingen (diagram 7.2) och det är alltså transporterna som ger upphov till de stora skillnaderna mellan systemen. Trots att båttransport är ett energieffektivt transportmedel per kilogramkilometer kompenserar detta alltså inte för det långa transportavståndet från Nya Zeeland. Skillnaden mellan de nyzeeländska alternativen med olika transportsystem (NZ I och III) visar sig vara av underordnad betydelse, även om det finns en skillnad med fördel för systemet med båttransport ända till Sverige (diagram 7.1). Ändrade förutsättningar för transporten slår dock igenom kraftigt i scenarie Nya Zeeland II, där det syns tydligt att en högre oljeförbrukning för båttransporten ger en kraftigt ökad energiförbrukning för systemet, 37,5 % (diagram 7.1). Lagringen i scenarierna Sverige II och Frankrike II ger naturligtvis en ökad energiförbrukning, 0,34 respektive 0,53 MJ / FU. Även med denna långa lagring åtgår ändå minst energi för det svenska systemet och även det franska systemets energiförbrukning ligger klart lägre än de nyzeeländska scenarierna (diagram 7.1).

Odlingen kräver däremot en mindre energiinsats per funktionell enhet på Nya Zeeland än i de båda andra systemen, 0,4 MJ / FU, högst är den i fransk odling där det går åt ungefär 0,6 MJ / FU. En ofta diskuterad energiförbrukning i odlade system är den för att tillverka insatsmedel i form av pesticider och gödselmedel. Som framgår av diagram 7.3 är dessa båda energiförbrukningar inte försumbara, speciellt inte om man enbart ser till energiförbrukning i odlingsfasen. För handelsgödseln är detta speciellt uppseendeväckande då givorna i äppelodling inte är speciellt höga, vilket indikerar att gödselns del av energiförbrukningen kan vara mycket stor vid odling av mer gödslingsintensiva grödor. När det gäller pesticiderna skall man som bakgrund till energiförbrukningssiffran också komma ihåg att användningen av pesticider i äppelodling är stort, här speciellt i det franska systemet, där också pesticidernas andel av energiförbrukningen är hög. Data gällande energiförbrukning för pesticidtillverkning är dock gamla och dessa resultat bör därför inte övertolkas.

Behandling efter skörd och lagring har mycket liten inverkan på det totala energibehovet i alla de tre grundscenarierna, men ökar naturligtvis vid längre lagring som i scenarie Frankrike II, där lagringen ändå bara utgör 16 % av den totala energiförbrukningen. För

alla studerade scenarier dominerar de icke-förnybara energikällorna stort. Bidraget från de förnybara energikällorna är försvinnande litet, medan feedstock som mest uppgår till 0,08 MJ / FU i de franska systemen, vilket för Frankrike I utgör knappt 3% av den totala energikonsumtionen. Utgångsmaterialen för gödselmedels- och pesticid tillverkningen, som dominerar feedstockkategorin, är alltså av underordnad betydelse ur energisynpunkt.

9.3 Miljöpåverkan av de använda pesticiderna

Räknat per funktionell enhet använder man i Sverige och Frankrike ungefär lika stor mängd aktiv substans, medan man ligger avsevärt lägre på Nya Zeeland. Detta är dock inte en tillräcklig bild för att göra en bedömning av systemens miljöpåverkan på grund av pesticidanvändandet. Det har genom denna studie visat sig att skillnaden mellan att göra bedömningen av miljöpåverkan på basis av mängden aktiv substans eller baserad på en risk- och farobedömning är stor.

9.3.1 Akvatiska system

När det gäller den totala påverkan på akvatiska system ligger Sverige och Nya Zeeland avsevärt lägre än påverkan från det franska systemet. Totalpåverkan från det franska odlingssystemet är sex gånger större än från det svenska. I de svenska och nyzeeländska odlingarna kommer hela 98 respektive 72% från användandet av insekticiden Gusathion 50 WP vilken har den aktiva substansen azinphos-methyl⁸⁷. Den stora betydelsen av denna pesticid kan förklaras med att den används i relativt stora mängder, men kanske viktigast är att azinphos-methyls giftighet för akvatiska system är extremt hög, samtidigt som den är relativt vattenlöslig. Även i den franska odlingen står Gusathion för en stor belastning, men här dominerar insekticiden Klartan, med den aktiva substansen tau-fluvalinate. Att Klartan står för en så stor miljöpåverkan kan antas bero på dess mycket höga giftighet för akvatiska system i kombination med att den är kraftigt bioackumulerande. Tillsammans står användandet av Klartan och Gusathion för 96 % av den akvatiska påverkan från det franska odlingssystemet. Uppenbart, utifrån diagram 8.3, är också att det är insekticiderna som står för den helt dominerande akvatiska påverkan i alla tre systemen.

9.3.2 Terrestra system

För den terrestra påverkan är skillnaderna mellan odlingssystemen mindre, men inom systemen är det även här så att ett fåtal pesticider står för en stor andel av påverkan. I denna kategori kommer nästan all påverkan från insekticider och fungicider, medan herbiciderna

⁸⁷Se tabell 3, Appendix B

endast står för en marginell del. I den svenska odlingen står Topas C (aktiv substans captan) och Pirimor (pirimicarb) för den största påverkan, 45 respektive 49 %. På Nya Zeeland står insekticiden Lorsban (klorpyrifos) och fungiciden Pallitop (nitrothal isopropyl) för huvuddelen av påverkan. När det gäller klorpyrifos bidrar dess höga flyktighet och risken för bioackumulation till den höga terrestra påverkan. För det franska systemet kommer påverkan nästan uteslutande från fungiciden Sépicap som har captan som aktiv substans.

9.3.3 Humana system

För det första är det viktigt att återigen påminna om att undersökningen inte gäller eventuella rests substanser i äpplen, utan användandet av växtskyddsmedlen. Även när det gäller påverkan på humana system föreligger det stora skillnader; påverkan från den franska odlingen är mer än dubbelt så stor som den svenska, med Nya Zeeland ungefär mitt emellan (diagram 8.7). Även här står några pesticider för en stor andel av påverkan. I svensk odling står Roxion 40 EC (dimetoat) för ungefär 57% av påverkan, på Nya Zeeland bidrar Diazinon 50 WP (diazinon) med den största andelen och i Frankrike är det Manzate (mancozeb) och Compliss (diuron) som är de mest riskabla ur human synpunkt.

9.4 Sammanfattande bedömning

Utifrån resultaten från kapitel 7 och 8, det vill säga med beaktande av både påverkan beroende på pesticidanvändandet och påverkan av systemen i övrigt finns det en slutsats som kan dras med relativt stor säkerhet; ett kilogram äpplen från den studerade svenska odlingen är i butik i Göteborg mindre miljöbelastande än äpplen från de båda andra studerade systemen. Det svenska systemet har visat sig ha minst påverkan i samtliga kategorier utom påverkan på terrestra system (se diagram 8.4), där Frankrike har en lägre påverkan, men skillnaden är där marginell. När det gäller äpplen från de båda andra systemen är bilden inte lika entydig. Om man studerar påverkan förutom pesticidanvändandet (enligt kapitel 7) framstår det som om äpplen från det franska system som studerats här har en mindre miljöpåverkan och resursförbrukning. Påverkan som en följd av pesticidanvändandet ser dock annorlunda ut; här ger det franska systemet en större påverkan i två av tre kategorier. Dessa skillnader gör att man måste göra en värdering där alla påverkanskategorierna vägs mot varandra för att kunna peka ut vilket av dessa system som har störst påverkan.

9.5 Förbättringsanalys / Hot spots

Förutom att man kan använda resultaten av studien för att få kunskap om de studerade systemen och för att de om något av dem skiljer sig kraftigt från de andra kan resultaten utgöra en bas för en förbättringsanalys. Här kommer i korthet några möjliga förbättringsåtgärder utpekade för varje system.

9.5.1 Det svenska systemet

Energiförbrukningen i det svenska systemet är jämfört med de andra låg, men naturligtvis finns ändå utrymme för förbättringar. Viktigare är dock pesticidanvändandet där några pesticider står för en mycket stor andel av påverkan, vilket medför att det vore värt en hel del möda att byta ut eller avveckla dessa. Främst gäller detta Gustathion, Topas, Pirimor och Roxion.

9.5.2 Det nya zeeländska systemet

För Nya Zeeland är det transporterna som utgör den stora förbättringspotentialen. En satsning på mer energisnåla båttransporter skulle snabbt få genomslag på de olika icke pesticidrelaterade påverkanskategorierna. Detta kan illustreras med skillnaden mellan scenarierna Nya Zeeland I och II. En annan möjlighet är att välja renare bränsle samt att använda båtar med bättre avgasrening. När det gäller den miljöpåverkan som uppkommer som en följd av pesticidanvändandet finns det även i det nyzeeländska odlingsystemet en potential till förbättring genom att ompröva användandet av vissa pesticider. Främst gäller detta Diazinon, som ger ett stort tillskott både på den akvatiska och humana sidan. En ersättning eller borttagande av Lorsban och Mancozeb skulle också ge stora förbättringar.

9.5.3 Det franska systemet

Även för det studerade franska systemet finns det en stor förbättringspotential i transporterna. Mer effektiva lastbilstransporter eller tågtransport skulle väsentligt minska miljöpåverkan för ett kilogram franska äpplen. Det stora användandet av kemiska växtskyddsmedel i den franska odlingen ger också stora möjligheter till förbättringar. Här skulle en generell minskning av doserna drastiskt kunna minska påverkan, men det finns också ett antal särskilt bidragande medel. En minskning av till exempel Gusathion och Klartan skulle sänka belastningen på humana och akvatiska system kraftigt liksom Sepicap skulle minska den terrestra påverkan. Compliss och Manzate erbjuder också möjligheter till kraftig minskning av miljöpåverkan.

10 REFERENSFÖRTECKNING

Personliga meddelanden

- Barker, Paul. EEC Horticulture Packhouse and Coldstore. Whakatu, Nya Zeeland. 1996.
- Flodén, Svante. OLEMA maskiner Uppsala. 1996.
- Giammattéi, Albert. Societé Civile Agricole du Mas de Mourgues. Lunel, Frankrike. 1996.
- Gunnarsson, Kjell. Hilding Jansson's frukt och grönt. Göteborg. December 1996.
- Hoffman, Markus. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet. 1996.
- Juhlin, Per. Lantbruksenheten, länsstyrelsen i Kristianstads län. April 1996.
- Karlsson, Roger. Operativa avdelningen, Svenska Redareföreningen. December 1996.
- L'Hôte, Yves. Societé Civile Agricole du Mas de Mourgues. Lunel, Frankrike. 1996.
- Lindén, Urban. Sportmanship Import AB, Generalagent för Honda TRX i Sverige. 1996.
- Perret, Mike. ENZA Cold stores. Whakatu, Nya Zeeland. 1996.
- Persson, Folke. BIFO-produkter, Mörarp. 1996.
- Persson, Hans. Fendt Scandinavia. 1996.
- Sjöström, Göran. Terminalchef Malmö Sjöterminal AB. Malmö. 1996.
- Svenska Petroleuminstitutet (SPI). 1996.
- Svensson, Gunilla. Informationsavdelningen Stena Line. Göteborg. 1996.
- Tronel, Claude. Centre Expérimental Horticole de Marsillargues (CEHM). Frankrike. 1996.
- Uponor AB. N.N Produktavdelningen. 1996.
- van Beek, Jeref. Pilos orchard, Hastings, Nya Zeeland. 1996.
- Walker, Jim. Hortresearch, Havelock North, Nya Zeeland. 1996.
- Åkesson, Bengt. Söderberg och Haak, Generalagent för Ford i Sverige. 1996.

Offentligt tryck

SOU 1992:119. Svensk trädgårdsnäring - nuläge och utvecklingsmöjligheter. Allmänna förlaget 1992.

Statistiska centralbyrån (SCB). Jordbruksstatistisk årsbok 1996. SCB 1996.

Litteratur

Audsley, E. et al. Draft to: Harmonisation of environmental Life Cycle Assessment for Agriculture. Report of Concerted Action AIR3-CT94-2028, Commission of the European Communities. 1996.

van den Berg, N.W., Dutilh, C.E., Huppes, G. Beginning LCA; A guide into environmental Life Cycle Assessment. 1995.

Bernes, Claes. Nordens miljö - tillstånd, utveckling och hot. Monitor 13, Naturvårdsverket 1993.

Cowell, Sarah J., Clift, Roland. Life cycle assessment for food production systems. The Fertiliser Society 1995.

Econet, Miljømæssige konsekvenser ved produktion af danske og udenlandske grønsager og frugt. Econet 1995.

Elinder, M., Falk, C. Arbets- och maskindata inom jordbruket. Konsulentavdelningen/ Teknik, Sveriges Lantbruksuniversitet 1983.

Erlandsson, M & Jönsson, Å. Jämförande livscykelanalys av betongpannor, tegelpannor och takplåt. KTH, Stockholm. 1993.

Fefco, Groupement Ondulé och Kraft Institute. European Database for Corrugated Board Life Cycle Studies. 1996.

Gaillard, G. The application of complementary processes in LCAs for agricultural renewable raw materials. In: Pre-prints from the International Conference on Application of Life Cycle Assessment in Agriculture, Food and Non-Food Agro-Industry and Forestry: Achievements and Prospects. Brussels. 4-5 April 1996.

Green, Maurice B. Energy in Pesticide Manufacture, Distribution and Use. In: Z.R. Helsel (Ed). Energy in Plant Nutrition and Pest Control. Energy in world agriculture, 2. Elsevier, Holland. 1987. pp 165-177.

Guinée, J, Heijungs, R, van Oers, L, van de Meent, D, Vermeire, T, Rikken, M. LCA impact assessment of toxic releases. Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment rapport 1996/21. 1996.

Helsel, Zane R. Energy and alternatives for fertilizer and pesticide use. In: R.C. Fluck (Ed.). Energy in farm production. Energy in world agriculture, 6. Elsevier, Holland. 1992. pp, 177-201.

Hunt, R G. Sellers, J D. Franklin, W. Resource and Environmental Profile Analysis: A Life Cycle Environmental Assessment for Products and Procedures. Environmental Impact Assessment Rev. 12:245-269. 1992.

Jager, D T (Ed) & Visser, C J M (Ed). Uniform System for the Evaluation of Substances (USES), version 1.0. RIVM, VROM and WVC. 1994.

Johnsson, Torsten. Odla frukt. LT:s förlag 1988.

Jolliet, Oliver. Life cycle analysis in agriculture: Comparison of thermal, mechanical and chemical processes to destroy potato haulm. In: Proceedings of the 1st European Invitation Expert Seminar on Life Cycle Assessments of Food Products. Lyngby, Danmark 1993.

Kemikalieinspektionen (KemI). Ämnesblad för pesticider. 19XX.

Lindfors, L.G. et al. Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment. Nordiska ministerrådet: Nord 1995:20.

Mattsson, Kristina. Nya Zeelands Äppelindustri. Frukt- och Bärödling nr 1 1996 s 17-21. 1996.

OECD. Meddelande 489, JD 3130. Frankfurt. 1978.

OECD. Meddelande 1035, Fiat 45.66. Turin. 1986.

OECD. Meddelande 1279, CASE-IH 2140 V. Treviglio. 1990.

Patyk, Andreas. Balance of Energy Consumption and Emissions of Fertilizer Production and Supply. In: Pre-prints from the International Conference on Application of Life Cycle Assessment in Agriculture, Food and Non-Food Agro-Industry and Forestry: Achievements and Prospects. Brussels. 4-5 April 1996.

SETAC. Guidelines for Life-Cycle Assessment: A 'Code of practice'. Brussels. 1993.

Statens Maskinprovningar (SMP). Meddelande 1413. Uppsala 1959.

Statens Maskinprovningar (SMP). Meddelande 3254. Uppsala 1990.

Statens naturvårdverk (SNV). Ett miljöanpassat samhälle. Naturvårdsverket rapport 4234. Stockholm. 1993.

Statens naturvårdverk. Livscykelanalyser LCA. Naturvårdsverket 1994.

Steen, B, Ryding, S-O. The EPS Enviro-Accounting Method. AFR-report 11. Stockholm. 1993.

Svensk Energiförsörjning AB. Energifakta. Stockholm. 1992.

Tillman, Anne-Marie, Baumann, Henrikke. General description of life cycle assessment methodology. Rapport 1995:5 Teknisk Miljöplanering, Chalmers tekniska högskola.

Tomlin, Clive, editor. The pesticide manual, ninth edition. The Royal society of chemistry. Crop protection publications 1995.

Weidema B.P., Pedersen R. and Drivsholm T.S. Life Cycle Screening of Food Products - Two Examples and some Methodological Proposals. Lyngby, Danmark. 1995.

Databaser

Exttoxnet. Amerikansk www-databas. <http://ace.ace.orst.edu/info/exttoxnet/ghindex.html>

APPENDIX A

A1 Inledning

Inom avgränsningarna för denna studie ligger energiförbrukningen för att tillverka de två mest betydelsefulla insatsmedlen, pesticider och konstgödsel¹. När det gäller pesticider står dessa vid jordbruksproduktion för en mycket liten del av energiförbrukningen per areal, endast ca 2 % av insatt energi (Helsel, 1992). Troligen är dock denna siffra betydligt högre när det gäller äppelproduktion, då denna bedrivs med avsevärt större användande av pesticider per hektar än odling av spannmål. Vad som inte heller är betydelselöst är att pesticiderna per kg aktiv substans svarar för en mycket hög energiförbrukning², vilket gör att det kan finnas en betydande potential för energibesparingar där. Närmast till hands för att få uppgifter om denna energiförbrukning låg att, i samband med övrig faktainsamling därifrån, vända sig till tillverkarna av bekämpningsmedlen. Efter kontakter med ett par tillverkare i frågan visade sig detta dock inte möjligt. Företagen svarade dels att de inte ville lämna ut denna typ av uppgifter, dels att de inte kunde uppskatta förbrukningarna för enskilda produkter. I litteraturen finns dock uppskattningar gjorda på energiförbrukningar för bland andra några av de pesticider som förekommer i de här studerade odlingarna; till exempel har Maurice B. Green (Green, 1987) gjort sådana och hans tillvägagångssätt och siffror redovisas nedan. Vidare redovisas de metoder och approximationer jag använt och de värden jag kommit fram till, för de pesticider som används i de studerade systemen, men som inte behandlats av Green.

A2 Energiförbrukning vid pesticidframställning.

Man kan indela den energi som åtgår för att framställa pesticider i två delar; indirekt- och direkt energi. Den indirekta energin utgörs av energiinnehållet i de råvaror, framställda av fossila bränslen, som krävs för att tillverka en viss aktiv substans. Till största delen är dessa framställda ur etylen eller propylen, som i sin tur framställts genom katalytisk krackning av olja eller ur metan- eller naturgas. En allt mindre del av råvarorna till moderna pesticider utgörs av bensen och andra aromatiska kolväten, framställda med hjälp av kol (Green, 1987). Den direkta energin förbrukas, vid pesticidframställningen, i framställningsprocessen genom t.ex. operationer som värmning, filtrering, torkning samt vid transporter. Energibärare för den direkta energin är huvudsakligen elektricitet, gas, värme och olja.

¹ Tillverkningen av konstgödsel behandlas i Appendix B

² Se tabell A4

A2.1 Green's energiberäkningar

Om man känner till tillverkningsprocessen för en aktiv substans är det möjligt att göra en bra uppskattning på hur stora energimängder som krävs för att framställa den. Dessvärre är det inte, vilket redan nämnts, lätt att komma åt dessa processer eftersom företagen ofta har patent på framställningsprocesserna för ett ämne. För vissa äldre pesticider t.ex. fenoxysyror och fosfororgansiska insekticider finns dock processerna väl beskrivna i litteraturen och för dessa är det därmed möjligt att göra uppskattningar med ett fel på +/- 10% (Green, 1987). För de övriga är Greens siffror, som presenteras nedan, baserade på antagna materialflöden och processer, vilket innebär att uppgifterna måste användas med försiktighet. Tabell A1 visar Greens resultat för ren aktiv substans, utan förpackning, direkt efter tillverkningsprocessen. Greens ursprungliga tabell (Green, 1987) har här kompletterats med uppgifter om kemisk kategori och användningsområde för respektive aktiv substans.

Tabell A1. Energiförbrukning i MJ/kg aktiv substans vid pesticid tillverkning. Modifierad efter Green, 1987.

Aktiv substans	Kemisk kategori	Typ	Indirekt		Direkt			Ånga	Totalt
			Nafta	Gas	Koks	Olja	Elektricitet		
MCPA	phenoxy	h	53,3	12,0	-	12,6	27,5	22,3	127,7
2,4-D	phenoxy	h	39,0	-	-	9,0	23,0	16,0	87,0
2,4,5-T	phenoxy	h	43,0	23,0	-	2,0	42,0	25,0	135,0
Dicamba	benzoic	h	69,0	73,0	-	4,0	96,0	53,0	295,0
Chloramben	benzoic	h	92,0	29,0	-	5,0	44,0	-	170,0
Fluazifop-butyl	phenoxy, pyridine, trifluorom.	h	89,2	71,6	-	8,6	183,4	165,2	518,0
Propanil	acetamide	h	62,0	40,0	-	3,0	64,0	51,0	220,0
Alachlor	acetamide	h	98,6	27,8	-	12,1	86,4	52,6	277,5
Propachlor	acetamide	h	107,0	29,0	-	14,0	84,0	56,0	290,0
Chlorsulfuron	urea, triazine	h	91,3	35,6	-	7,8	112,2	118,5	365,4
Butylate	thiocarbamate	h	42,1	33,2	11,6	6,8	31,0	16,1	140,8
Diuron	urea	h	92,3	63,1	-	5,2	85,6	28,3	274,5
Fluometuron	urea,trifluoromethyl	h	118,6	72,1	-	8,7	98,5	56,7	354,6
Atrazine	triazine	h	43,2	68,8	-	14,4	37,2	24,7	188,3
Dinoseb	nitro compound	h	49,0	9,0	-	11,0	3,0	8,0	80,0
Trifluralin	trifluoromethyl, dinitroaniline	h	56,4	12,8	-	7,9	57,7	16,1	150,9
Diquat	bipyridylum	h	70,0	65,0	-	1,0	100,0	164,0	400,0
Paraquat	bipyridylum	h	76,1	68,4	-	4,0	141,6	169,3	459,4
Glyphosate	organophosphorus	h	33,0	93,0	-	1,0	227,0	100,0	454,0
Linuron	urea	h	96,5	68,1	-	6,6	88,4	30,1	289,7
Cyanazine	triazine	h	54,6	65,8	-	15,2	38,6	26,8	201,0
Bentazon	benzothiadiazole	h	128,6	66,1	-	42,3	118,5	78,1	433,6
EPTC	carbamate	h	16,5	39,6	-	8,9	66,7	28,1	159,8

Metolachlor	acetamide	h	101,2	27,6	-	15,1	78,2	53,7	275,8
Ferbam	dithiocarbamate, organoiron	f	-	42,0	3,0	-	13,0	23,0	81,0
Maneb	dithiocarbamate, org. magnese	f	27,0	23,0	8,0	9,0	25,0	7,0	99,0
Captan	phthalimide	f	38,0	14,0	-	-	52,0	11,0	115,0
Benomyl	benzimidazole, MBC	f	86,7	71,2	-	14,3	121,2	103,6	397,0
Methyl parathion	organophosphorus, nitro comp	i	37,0	24,0	6,0	2,0	73,0	18,0	160,0
Phorate	organophosphorus	i	56,1	34,2	-	5,6	89,5	23,6	209,0
Carbofuran	carbamate	i	137,0	63,0	1,0	44,0	127,0	82,0	454,0
Carbaryl	carbamate	i	11,0	48,0	26,0	1,0	54,0	13,0	153,0
Toxaphene	organochlorine	i	3,0	19,0	-	1,0	32,0	3,0	58,0
Cypermethrin	pyrethroid	i	89,0	71,2	-	10,3	199,5	210,0	580,0
Chlordimeform	formamidine	i	61,8	53,1	-	6,5	86,5	42,3	250,2
Lindane	organochlorine	i	6,2	16,3	-	2,2	30,6	2,5	57,8
Malathion	organophosphorus	i	62,0	41,2	-	6,1	92,1	27,4	228,8
Parathion	organophosphorus, nitro comp	i	35,0	23,1	5,2	1,6	57,1	16,0	138,0
Methoxychlor	organochlorine, bridged diphenyl	i	10,2	11,6	-	2,4	28,7	16,9	69,8

Som synes finns endast ett fåtal av de pesticider som omfattas av denna studie med i Greens beräkningar. Detta beror sannolikt på att han till största delen har tittat på herbicider, vilka bara utgör en liten del av de pesticider som används i äppelodling, samt att många av de av honom undersökta pesticiderna tillhör en äldre generation av pesticider³. Således behövs en komplettering av Greens uppgifter.

A2.2 En utökning av Green's beräkningar

Ett sätt att komplettera Greens uppgifter vore naturligtvis att göra ett liknande arbete med även de övriga pesticiderna som används i de studerade systemen men detta faller definitivt utanför ramen för detta arbete. En annan metod vore att göra någon form av extrapolering av Greens data. I ett utkast till en rapport från ett Concerted Action projekt (Audsley et.al., 1996) föreslår de schweiziska teamet en metod som tar sin grund i de olika aktiva substansernas tillhörighet till kemisk kategori. Metoden har en stor nackdel i det att den redan stora osäkerheten i Greens data ytterligare kommer att förstärkas, men å andra sidan finns ingen annan enkel metod och deras metod kommer därför att användas här.

Först skall de aktiva substanser som inte tas upp av Green hänföras till en kemisk kategori, vilket här har gjorts med hjälp av The Pesticide Handbook (Tomlin, 1995), samt vilket

³ Vilket i och för sig, som redan nämnts, är en förutsättning för att minska osäkerheten i beräkningarna.

användningsområde den aktiva substansen har (tabell A2). För ett par substanser har det varit omöjligt att få fram deras kategoritillhörighet, vilket markeras av ?-tecken i tabell A2. När substanserna kategoriindelats skall de hänföras till en lämplig jämförelsebas i Greens beräkningar. Vissa substanser har hänförs till endast en substans i Greens data, exempelvis pyrethroiderna, medan det för andra kategorier har funnits flera substanser ur samma kategori som t.ex. för carbamaterna. De värden som använts då jämförelsebasen varit flera ämnen är medelvärdet för dessa (se tabell A3). För andra ämnen har det dock varit värre, då det inte funnits något ämne i Greens undersökning som kommer från samma kemiska kategori, dessa har då fått jämföras med alla pesticider i Greens data som har samma användningsområde som den aktuella. Samma sak gäller för de ämnen vars kategoritillhörighet inte har kunnat fastställas. I tabell A2 finns även hänvisningar om var man hittar värden för respektive ämne; i Greens data direkt, eller bland de medelvärdesberäkningar som redovisas i tabell A3.

Tabell A2. Kategorisering av de substanser som används i de studerade systemen, men som inte tas upp av Green. MV 1-6 i noterna avser medelvärde 1-6 i tabell A3, Green syftar direkt till värden i tabell A1.

Aktiv substans	Typ	Kemisk kategori	Jämförs med	Noter
Penconazole	f	Azole	All fungicides	MV 3
Pirimikarb	i	Carbamate	EPTC, Carbofuran, Carbaryl	MV 4
Azinphos-methyl	i	Organophosphorus	Phorate, Malathion	MV 1
Tolylfluanide	f	N-trihalomethylthio	all fungicides	MV 3
Dimetoat	i	Organophosphorus	Phorate, Malathion	MV 1
Dodine	f	Guanidine	all fungicides	MV 3
Chlorpyrifos	i	Organophosphorus	Phorate, Malathion	MV 1
Nirothal isopropyl	f	?	all fungicides	MV 3
Metiram	f	Dithiocarbamate	Butylate	Green
Mancozeb	f	Dithiocarbamate	Maneb	Green
Diazinon	i	Thiophosphate	all insecticides	MV 2
Buprofezin	i	?	all insecticides	MV 2
Triadimeton	f	Azole	all fungicides	MV 3
Betacyfluthrine	i	Pyrethroid	Cypermethrin	Green
Oxydemetonmethyl	i	Organophosphorus	Phorate, Malathion	MV 1
Fenoxycarbe	i	Carbamate	EPCT, Carbofuran, Carbaryl	MV 4
Difenoconazole	f	Azole	all fungicides	MV 3
Tau-fluvalinate	i	Pyrethroid	Cypermethrin	Green
Lambda	i	Pyrethroid	Cypermethrin	Green
Cyhalothrine				
Tebufenpyrad	i	Pyrazoleamide	all insecticides	MV 2
Deltamethrine	i	Pyrethroid	Cypermethrin	Green

Propargite	i	?	all insecticides	MV 2
DNOC	h	Dinitrophenol	all herbicides	MV 5
Terbuthylazine	h	Triazine	Atrazine, Cyanacine	MV 6

Tabell A3. Medelvärdesberäkningar utifrån Greens data [MJ / kg].

Aktiv substans	Indirekt		Direkt				Totalt
	Nafta	Naturgas	Koks	Bränsle	Elektricitet	Ånga	
Phorate	56,1	34,2	-	5,6	89,5	23,6	209,0
Malathion	62,0	41,2	-	6,1	92,1	27,4	228,8
Medelvärde 1	59,1	37,7	-	5,9	90,8	25,5	218,9
Methyl parathion	37,0	24,0	6,0	2,0	73,0	18,0	160,0
Phorate	56,1	34,2	-	5,6	89,5	23,6	209,0
Carbofuran	137,0	63,0	1,0	44,0	127,0	82,0	454,0
Carbaryl	11,0	48,0	26,0	1,0	54,0	13,0	153,0
Toxaphene	3,0	19,0	-	1,0	32,0	3,0	58,0
Cypermethrin	89,0	71,2	-	10,3	199,5	210,0	580,0
Chlordimeform	61,8	53,1	-	6,5	86,5	42,3	250,2
Lindane	6,2	16,3	-	2,2	30,6	2,5	57,8
Malathion	62,0	41,2	-	6,1	92,1	27,4	228,8
Parathion	35,0	23,1	5,2	1,6	57,1	16,0	138,0
Methoxychlor	10,2	11,6	-	2,4	28,7	16,9	69,8
Medelvärde 2	46,2	36,8	3,5	7,5	79,1	41,3	214,4
Ferbam	-	42,0	3,0	-	13,0	23,0	81,0
Maneb	27,0	23,0	8,0	9,0	25,0	7,0	99,0
Captan	38,0	14,0	-	-	52,0	11,0	115,0
Benomyl	86,7	71,2	-	14,3	121,2	103,6	397,0
Medelvärde 3	37,9	37,6	2,8	5,8	52,8	36,2	173,0
EPTC	16,5	39,6	-	8,9	66,7	28,1	159,8
Carbofuran	137,0	63,0	1,0	44,0	127,0	82,0	454,0
Carbaryl	11,0	48,0	26,0	1,0	54,0	13,0	153,0
Medelvärde 4	54,8	50,2	9,0	18,0	82,6	41,0	255,6

MCPA	53,3	12,0	-	12,6	27,5	22,3	127,7
2,4-D	39,0	-	-	9,0	23,0	16,0	87,0
2,4,5-T	43,0	23,0	-	2,0	42,0	25,0	135,0
Dicamba	69,0	73,0	-	4,0	96,0	53,0	295,0
Chloramben	92,0	29,0	-	5,0	44,0	-	170,0
Fluazifop-butyl	89,2	71,6	-	8,6	183,4	165,2	518,0
Propanil	62,0	40,0	-	3,0	64,0	51,0	220,0
Alachlor	98,6	27,8	-	12,1	86,4	52,6	277,5
Propachlor	107,0	29,0	-	14,0	84,0	56,0	290,0
Chlorsulfuron	91,3	35,6	-	7,8	112,2	118,5	365,4
Butylate	42,1	33,2	11,6	6,8	31,0	16,1	140,8
Diuron	92,3	63,1	-	5,2	85,6	28,3	274,5
Fluometuron	118,6	72,1	-	8,7	98,5	56,7	354,6
Atrazine	43,2	68,8	-	14,4	37,2	24,7	188,3
Dinoseb	49,0	9,0	-	11,0	3,0	8,0	80,0
Trifluralin	56,4	12,8	-	7,9	57,7	16,1	150,9
Diquat	70,0	65,0	-	1,0	100,0	164,0	400,0
Paraquat	76,1	68,4	-	4,0	141,6	169,3	459,4
Glyphosate	33,0	93,0	-	1,0	227,0	100,0	454,0
Linuron	96,5	68,1	-	6,6	88,4	30,1	289,7
Cyanazine	54,6	65,8	-	15,2	38,6	26,8	201,0
Bentazon	128,6	66,1	-	42,3	118,5	78,1	433,6
EPTC	16,5	39,6	-	8,9	66,7	28,1	159,8
Metolachor	101,2	27,6	-	15,1	78,2	53,7	275,8
Medelvärde 5	71,8	45,6	0,5	9,4	80,6	56,7	264,5
Atrazine	43,2	68,8	-	14,4	37,2	24,7	188,3
Cyanazine	54,6	65,8	-	15,2	38,6	26,8	201,0
Medelvärde 6	48,9	67,3	-	14,8	37,9	25,8	194,7

I tabell A4 redovisas energiförbrukningen för att framställa ett kilogram aktiv substans, utan förpackning eller transport. På noterna kan utläsas om värdet är taget från Green, eller om det beräknats med ovan angivna metod. En ytterligare metod att undersöka

tillförlitligheten i en uppgift är att gå till tabell A2 och kontrollera vilken typ av approximation som gjorts.

Tabell A4. Energiförbrukning i MJ / kg aktiv substans för tillverkning av pesticiderna i de studerade systemen. Noter: 1 - Uppgiften från Green, 2- Uppgiften beräknad med ovan beskriven metod.

Aktiv substans	Indirekt		Direkt				Totalt	Noter
	Nafta	Gas	Kol	Olja	Elektricitet	Ånga		
Captan	38,0	14,0	-	-	52,0	11,0	115,0	1
Penconazole	37,9	37,6	2,8	5,8	52,8	36,2	173,0	2
Benomyl	86,7	71,2	-	14,3	121,2	103,6	397,0	1
Pirimikarb	54,8	50,2	9,0	17,8	82,6	40,9	255,6	2
Azinphos-methyl	59,1	37,7	-	5,9	90,8	25,5	219,0	2
Glyphosat	33,0	93,0	-	1,0	227,0	100,0	454,0	1
MCPA	53,3	12,0	-	12,6	27,5	22,3	130,0	1
Tolylfluamid	37,8	37,6	2,8	5,8	52,8	36,3	173,0	2
Dimetoat	59,1	37,7	0,0	5,9	90,8	25,5	218,9	2
Dodine	37,8	37,6	2,8	5,8	52,8	36,3	173,0	2
Chlorpyrifos	59,1	37,7	-	5,9	90,8	25,5	219,0	2
Nirothal isopropyl	37,8	37,6	2,8	5,8	52,8	36,3	173,0	2
Metiram								
Flusilazole	37,8	37,6	2,8	5,8	52,8	36,3	173,0	2
Mancozeb	27,0	23,0	8,0	9,0	25,0	7,0	99,0	2
Captan	38,0	14,0	-	-	52,0	11,0	115,0	1
Diazinon	37,8	37,6	2,8	5,8	52,8	36,3	173,0	2
Buprofezin	46,2	36,7	3,5	7,5	79,1	41,3	214,4	2
Azinphos-methyl	59,1	37,7	-	5,9	90,8	25,5	219,0	2
Mancozeb	27,0	23,0	8,0	9,0	25,0	7,0	99,0	2
Triadimeton	37,8	37,6	2,8	5,8	52,8	36,3	173,0	2
Betacyfluthrine	89,0	71,2	-	10,3	199,5	210,0	580,0	2
Oxydemetonmethyl	59,1	37,7	-	5,9	90,8	25,5	219,0	2
Captane	38,0	14,0	-	-	52,0	11,0	115,0	1
Fenoxycarbe	54,8	50,2	9,0	17,8	82,6	40,9	255,6	2
Difenoconazole	37,8	37,6	2,8	5,8	52,8	36,3	173,0	2
Tau-fluvalinate	89,0	71,2	-	10,3	199,5	210,0	580,0	2
Lambda Cyhalothrine	89,0	71,2	-	10,3	199,5	210,0	580,0	2
Tebufenpyrad	46,2	36,8	3,5	7,5	79,1	41,3	214,4	2
Azinphos-methyl	59,1	37,7	-	5,9	90,8	25,5	219,0	2
Deltamethrine	89,0	71,2	-	10,3	199,5	210,0	580,0	2
Propargite	46,2	36,8	3,5	7,5	79,1	41,3	214,4	2
Tolylfluamide	37,8	37,6	2,8	5,8	52,8	36,3	173,0	2
DNOC	71,8	45,6	0,5	9,4	80,6	56,7	264,5	2

Diuron	92,3	63,1	0,0	5,2	85,6	28,3	274,5	1
Terbuthylazine	48,9	67,3	0,0	14,8	37,9	25,8	194,7	2

A2.3 Utnyttjandet av energidata

Uppgifterna i tabell A4 har utnyttjats på så sätt att de för varje aktivsubstans har satts in som en energiförbrukning i LCA-it. De indirekta energibärarna har infogats som energiförbrukningar där emissioner endast har uppkommit från brytning / framställning, medan energibärarna för den direkta energin också har belastats av emissioner från den slutliga användningen. Någon hänsyn till transporter, förpackning eller beredning har alltså inte tagits, bl.a. på grund av att LCA-it beräkningarna för övrigt är gjorda per enhet aktiv substans. I de fall en viss pesticid innehåller flera aktiva substanser har energiförbrukningen för framställningen av var och en medtagits i förhållande till i hur stor mängd de finns med i pesticiden. Uppgifter på energiförbrukning för beredning av de olika formerna av kommersiella pesticider finns också tillgängliga i litteraturen (se t.ex. Green, 1987).

APPENDIX B

Tabell 1: EC BASE SET

EC Base Set, som regleras genom EG direktivet 92/32/EEC, beskriver en standard för den minsta godkända mängden information för att beskriva en kemisk substans. Följande punkter omfattas av direktivet:

1. Produktens namn
2. Tillverkad kvantitet inom EG, eller importerad kvantitet till EG
3. Industriell kategori
4. Användningskategori
5. Smältpunkt
6. Ångtryck
7. Oktanol-vatten koefficient
8. Löslighet
9. Resultat av biologiska nedbrytningstest
10. L(E)C50 för fisk
11. L(E)C50 för (hinn)kräfta
12. L(E)C50 för alger och/eller NOEC för alger
13. IC50 för mikroorganismer och/eller NOEC för mikroorganismer
14. LD50 för däggdjur och/eller LC50 för däggdjur
15. NOEC för däggdjur och/eller NOAEL oralt för däggdjur och/eller NOAEL vid inhalation för däggdjur.

Tabell 2: Indata till USES-körningarna

De viktigaste indata som använts vid USES-körningarna redovisas här i tabellform. Ett 'E' i tabellen innebär att värdet är en uppskattning gjord av USES-modellen, medan ett 'D' efter en siffra innebär att värdet är ett defaultvärde från USES 1.0.

	Captan	Pencon	Beno	Pirimic	Azinpho	Glyphos
	azol	myl	arb	smethyl	ate	
Ångtryck (Pa)	1,3e-3	1,3e-3	4,9e-3	9,7e-4	1,8e-4	1e-5
Log POW	2,8	2,8	1,4	1,7	2,96	-3
Vattenlöslighet (mg / L)	3,3	3,3	2	3060	28	1,2e4
Henrys lags konstant	0,118E	0,112E	0,71 E	7,55e-5	2,04e-3	1,9e-7E
DT 50 Fotolys i luft (d)	160 D	160 D	160 D	10	160 D	28
DT 50 Hydrolys i vatten (d)	0,04	0,04	40	20	40	1,0e6
DT 50 Biol. nedbr. i vatten (d)	2	5 E	1000	5 E	1000 E	5 E
DT 50 Biol. nedbr. i jord (d)	10	2	14	49	40	42
BCF Fisk (L / kg)	56	56	1,17 E	25	64	4,65e-5
BCF Mask (kg / kg)	27,9 E	27,9 E	12,6 E	17,6 E	28,33 E	8,8e-4
L(E)C 50 Fisk (mg / L)	0,034	0,034	0,042	32	0,002	38
L(E)C 50 Kräfta (mg / L)	0,085	8,4	0,068	0,019	0,0002	780
L(E)C 50 Alger (mg / L)	0,15	-	2	140	3,6	1,2
L(E)C 50 andra vattenorg. (mg / L)	-	-	-	-	0,0011	55
NOEC Fisk (mg / L)	-	-	-	25	0,0009	-
NOEC Kräfta (mg / L)	0,01	-	-	0,0062	0,00013	-
NOEC Alger (mg / L)	0,05	-	0,5	50	-	-
L(E)C 50 Dagmask (mg / kg)	-	-	2	-	59	-
L(E)C 50 Mikrobiol. proc. (mg / kg)	-	-	-	-	-	100
L(E)C 50 Växter (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
NOEC Dagmask (mg / kg)	-	-	-	-	1	1e5
NOEC Mikrobiol. proc. (mg / kg)	-	-	-	-	2	-
NOEC Växter (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
LD 50 Fågel (mg / kg kroppsvikt)	2000	2000	10000	8,2	32	3851
LC 50 Fågel via föda (mg / kg)	741	741	5000	741	-	4640
NOEC Fågel via föda (mg / kg)	250	250	E	250	44,8 E	-
NOAEL Fågel (mg / (d*kg kroppsv)	-	-	-	-	5,6	-
LD 50 Däggdjur (mg / kg kroppsv)	5000	6000	9590	147	5	3800
LC 50 Däggdjur inhalation (mg / m ³)	4000	330	4010	300	100	8000
NOEC Föda däggdjur (mg / kg)	2000	2000	2000	250	5 E	4,8e4
Oralt NOAEL (ej cancer) (mg/kg*d)	-	-	-	12	-	-
Oralt LOAEL (ej cancer) (mg/kg*d)	13,5	13,5 E	200	-	0,5	4800
ADI eller TDI (mg / (kg*d)	0,1	0,02	0,02	0,02	0,005	0,3
Genotoxiskt eller Cancerogent	JA	JA	JA	-	-	-
Reproduktionstoxiskt	-	JA	JA	-	JA	-

	MCPA	Dimet	Buprof	Chlorp	Diazin	Flusilaz
	oat	ezin	yrifos	on	ole	
Ångtryck (Pa)	2,3e-5	0,0011	0,0012	0,0127	0,012	3,9E-5
Log POW	2,75	0,7	4,3	4,7	3,3	3,74
Vattenlöslighet (mg / L)	734	2,5e4	4,3	1,4	60	45
Henrys lags konstant	7,7e-6	1,008e	0,0002	0,6762	0,0608	0,00024
DT 50 Fotolys i luft (d)	9	16	33	2,6	160 D	160 D
DT 50 Hydrolys i vatten (d)	1,0e6	1e6 D	34	80	2000	1E6 D
DT 50 Biol. nedbr. i vatten (d)	1000 E	1000 E	50	20	1E4	1055
DT 50 Biol. nedbr. i jord (d)	23	42	50	120	690,8 E	180
BCF Fisk (L / kg)	26,2 E	0,2331	928 E	2331	92,8 E	250
BCF Mask (kg / kg)	27,7 E	3,816	29,32	29,35	28,88 E	29,19 E
L(E)C 50 Fisk (mg / L)	117	30	1,4	0,003	2,6	1,2
L(E)C 50 Kräfta (mg / L)	100	3,5	50,6	0,0017	1,4	3,4
L(E)C 50 Alger (mg / L)	-	10	6,4	-	1,72	6,4
L(E)C 50 andra vattenorg. (mg / L)	-	-	0,2	0,0017	-	-
NOEC Fisk (mg / L)	-	-	0,75	-	-	0,52
NOEC Kräfta (mg / L)	-	-	-	-	-	-
NOEC Alger (mg / L)	-	-	-	-	-	2
L(E)C 50 Dagmask (mg / kg)	-	-	1000	-	-	34,9
L(E)C 50 Mikrobiol. proc. (mg / kg)	-	-	-	-	100	-
L(E)C 50 Växter (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
NOEC Dagmask (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
NOEC Mikrobiol. proc. (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
NOEC Växter (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
LD 50 Fågel (mg / kg kroppsvikt)	377	-	1590	-	1	1590
LC 50 Fågel via föda (mg / kg)	5620	-	-	-	-	-
NOEC Fågel via föda (mg / kg)	E	-	398	-	E	398
NOAEL Fågel (mg / (d*kg kroppsv)	-	-	-	-	-	-
LD 50 Däggdjur (mg / kg kroppsv)	550	-	2198	-	80	674
LC 50 Däggdjur inhalation (mg / m ³)	6360	-	3860	-	230	2700
NOEC Föda däggdjur (mg / kg)	2 E	-	8 E	-	0,1	20 E
Oralt NOAEL (ej cancer) (mg/kg*d)	0,2	-	0,8	-	-	2
Oralt LOAEL (ej cancer) (mg/kg*d)	-	-	-	-	0,0107	-
ADI eller TDI (mg / (kg*d)	0,01	-	0,01	-	0,002	0,001
Genotoxiskt eller Cancerogent	JA	-	NEJ	-	NEJ	NEJ
Reproduktionstoxiskt	-	-	NEJ	-	JA	JA

	Dodine	Manco	Metira	Nitroth	Betacy	Deltam
	zeb	m	al-	fluthri	ethrin	
			isopro	n		
			pyl			
Ångtryck (Pa)	1E-10	0,001	1e-5	1E-5	1E-8	1,33E-
Log POW	2,75	1,3	0,3	2,04	5,94	4,6
Vattenlöslighet (mg / L)	630	20	1e-10	0,39	0,002	0,0002
Henrys lags konstant	4,56E-	0,0255	0,0002	0,0075	0,0021	33,6 E
DT 50 Fotolys i luft (d)	160 D	1000	160 D	160 D	160 D	160 D
DT 50 Hydrolys i vatten (d)	1E6	1	1E6 D	1E6 D	1E6 D	1E6 D
DT 50 Biol. nedbr. i vatten (d)	1000 E	1000 E	5 E	3	5 E	1000 E
DT 50 Biol. nedbr. i jord (d)	10	100	20	45	5	70
BCF Fisk (L / kg)	26,16	0,928	0,0928	5,1 E	4,05E	144
BCF Mask (kg / kg)	27,72	10,95	1,648	22,49	29,37	29,35 E
L(E)C 50 Fisk (mg / L)	0,53	1,5	1,1	0,56	2,8E-5	0,0004
L(E)C 50 Kräfta (mg / L)	-	0,9	-	2,84	0,0002	0,005
L(E)C 50 Alger (mg / L)	-	1,1	-	1,72	-	9,1
L(E)C 50 andra vattenorg. (mg / L)	-	-	-	-	-	-
NOEC Fisk (mg / L)	-	0,005	-	-	-	-
NOEC Kräfta (mg / L)	-	0,006	-	-	-	-
NOEC Alger (mg / L)	-	-	-	-	-	-
L(E)C 50 Daggmask (mg / kg)	-	300	-	-	-	28,57
L(E)C 50 Mikrobiol. proc. (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
L(E)C 50 Växter (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
NOEC Daggmask (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
NOEC Mikrobiol. proc. (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
NOEC Växter (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
LD 50 Fågel (mg / kg kroppsvikt)	788	3200	3712	2000	2000	4000
LC 50 Fågel via föda (mg / kg)	-	-	-	741	-	5620
NOEC Fågel via föda (mg / kg)	E	E	E	250	E	440 E
NOAEL Fågel (mg / (d*kg kroppsv)	-	-	-	-	-	55
LD 50 Däggdjur (mg / kg kroppsv)	1000	5000	2400	5000	140	77
LC 50 Däggdjur inhalation (mg / m ³)	-	5100	5700	2800	100	600
NOEC Föda däggdjur (mg / kg)	800	30 E	31 E	500	1250	10 E
Oralt NOAEL (ej cancer) (mg/kg*d)	-	3	3,1	-	125	1
Oralt LOAEL (ej cancer) (mg/kg*d)	1,25	-	-	-	-	-
ADI eller TDI (mg / (kg*d)	0,01	0,05	0,03	-	0,02	0,01
Genotoxiskt eller Cancerogent	NEJ	JA	JA	NEJ	NEJ	NEJ
Reproduktionstoxiskt	NEJ	JA	JA	JA	NEJ	NEJ

	Difeno	Diuron	DNOC	Fenox	Lambd	Oxyde
	conazo			ycarb	a-	meton
	le				cyhalo	methyl
					thrin	
Ångtryck (Pa)	3,3E-8	1,1E-6	0,014	8,67E-	2E-7	0,0038
Log POW	4,2	2,84	3,032	4,07	7	-0,775
Vattenlöslighet (mg / L)	16	42	130	6	0,005	1E4
Henrys lags konstant	8,38E-	6,105E	0,0213	4,354E	0,018	9,36E-
DT 50 Fotolys i luft (d)	160 D	160 D	160 D	160 D	160 D	160 D
DT 50 Hydrolys i vatten (d)	1E6 D	1E6 D	1E6 D	1	1E6 D	1E6 D
DT 50 Biol. nedbr. i vatten (d)	1000 E	1000 E	1000 E	5 E	20	1000 E
DT 50 Biol. nedbr. i jord (d)	5408 E	135	377,9	15	70	1
BCF Fisk (L / kg)	737,2	32,18	50,06	546,5	2250	0,0078
BCF Mask (kg / kg)	29,31	28,01	28,48	29,29	29,37	0,1462
L(E)C 50 Fisk (mg / L)	0,8	5,6	6	0,66	2,4E-7	1,9
L(E)C 50 Kräfta (mg / L)	0,8	12	-	0,4	4E-4	0,19
L(E)C 50 Alger (mg / L)	-	-	-	-	-	-
L(E)C 50 andra vattenorg. (mg / L)	-	12	-	-	-	-
NOEC Fisk (mg / L)	-	-	-	-	-	-
NOEC Kräfta (mg / L)	-	-	-	-	-	-
NOEC Alger (mg / L)	-	-	-	-	-	-
L(E)C 50 Daggmask (mg / kg)	610	-	-	-	-	-
L(E)C 50 Mikrobiol. proc. (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
L(E)C 50 Växter (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
NOEC Daggmask (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
NOEC Mikrobiol. proc. (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
NOEC Växter (mg / kg)	-	-	-	-	-	-
LD 50 Fågel (mg / kg kroppsvikt)	2150	1730	-	3000	3950	34
LC 50 Fågel via föda (mg / kg)	-	-	-	-	5000	-
NOEC Fågel via föda (mg / kg)	E	E	-	160	-	-
NOAEL Fågel (mg / (d*kg kroppsv)	-	-	-	-	-	-
LD 50 Däggdjur (mg / kg kroppsv)	1453	3400	24	1E4	19	50
LC 50 Däggdjur inhalation (mg / m ³)	3300	5000	-	480	60	250
NOEC Föda däggdjur (mg / kg)	10 E	1250 E	10 E	80 E	5 E	10 E
Oralt NOAEL (ej cancer) (mg/kg*d)	1	125	1 D	8	0,5	1
Oralt LOAEL (ej cancer) (mg/kg*d)	-	-	-	-	-	-
ADI eller TDI (mg / (kg*d)	0,01	0,002	-	0,04	0,02	0,0003
Genotoxiskt eller Cancerogent	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ
Reproduktionstoxiskt	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ

	Propar gite	Tau- fluvalin ate	Tebufen pyrad	Terbutyl azine	Triadim efom
Ängtryck (Pa)	6e-6	1,3E-5	3,6E-5	0,00015	2E-5
Log POW	3,72	4,26	4,93	3,03	3,11
Vattenlöslighet (mg / L)	632	1E-6	2,8	8,5	64
Henrys lags konstant	3,328	6538 E	0,00429	0,00405	9,181E-
DT 50 Fotolys i luft (d)	160	12,8	160 D	160 D	160 D
DT 50 Hydrolys i vatten (d)	70	20	1E6 D	1E6 D	1E6 D
DT 50 Biol. nedbr. i vatten (d)	1000	1000 E	1000 E	1000 E	1000 E
DT 50 Biol. nedbr. i jord (d)	98	8	30	60	18 S
BCF Fisk (L / kg)	244.1	730	3959 E	49,84 E	59,92 E
BCF Mask (kg / kg)	29,18	29,32 E	29,36 E	28,48 E	28,62 E
L(E)C 50 Fisk (mg / L)	0,04	0,0029	0,073	3,8	10
L(E)C 50 Kräfta (mg / L)	-	0,0008	0,04	21,2	11,3
L(E)C 50 Alger (mg / L)	1	-	-	-	9,1
L(E)C 50 andra vattenorg. (mg / L)	-	-	-	-	-
NOEC Fisk (mg / L)	0,056	0,0005	-	-	-
NOEC Kräfta (mg / L)	-	-	-	-	-
NOEC Alger (mg / L)	-	-	-	-	-
L(E)C 50 Dagmask (mg / kg)	-	-	-	210	-
L(E)C 50 Mikrobiol. proc. (mg / kg)	-	-	-	-	-
L(E)C 50 Växter (mg / kg)	-	-	-	-	-
NOEC Dagmask (mg / kg)	-	-	-	-	-
NOEC Mikrobiol. proc. (mg / kg)	-	-	-	50	-
NOEC Växter (mg / kg)	-	-	-	-	-
LD 50 Fågel (mg / kg kroppsvikt)	4640	2510	2000	1000	2000
LC 50 Fågel via föda (mg / kg)	3401	5100	-	-	-
NOEC Fågel via föda (mg / kg)	-	-	-	-	4000 E
NOAEL Fågel (mg / (d*kg kroppsv)	-	-	-	-	500
LD 50 Däggdjur (mg / kg kroppsv)	311	261	210	1590	250
LC 50 Däggdjur inhalation (mg / m ³)	890	5100	2660	5300	3270
NOEC Föda däggdjur (mg / kg)	4	10 E	20 E	3,5 E	3000 E
Oralt NOAEL (ej cancer) (mg/kg*d)	1 D	1	2	0,35	300
Oralt LOAEL (ej cancer) (mg/kg*d)	-	-	-	-	-
ADI eller TDI (mg / (kg*d)	0,15	0,01	-	0,0035	0,03
Genotoxiskt eller Cancerogent	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ
Reproduktionstoxiskt	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	JA

Tabell 3: Resultat av USES-bedömning av de använda pesticiderna

Pesticid	Aktiv substans	Skadepot.	Index	AETP	TETP	HTP	Mängd (g/FU)	Mängd*AETP	Mängd*TETP	Mängd*HTP
Sverige										
Topas C	Captan 48%	2,25E-08	0,04712	2,05E+05	0,00108	1739387	0,674	1,01212E-04	162806,6	0,063086
	Penconazole	2,59E-08	0,05568	2,04E+05	0,00125	2055371	0,677	4,86E-03	9989,1	0,003288
Benlate	Benomyl 50%	6,14E-05	0,0341	4063	2,95621	1258767	33,940	5,25E-03	6608,5	0,178187
Pirimor	Pirimicarb 50%	5,50E-07	0,4984	1789	0,02646	18397933	77,082	9,71E-03	178643,9	0,748468
Gusathion 50 WP	Azinphos-methyl 25%	0,000987	0,01057	3377	47,48316	390181	40,835	0,01448	5649,8	0,591292
Roundup	Glyphosate 42%	3,27E-12	1,60E-07	1,79E+04	0,00000	6	7,708	0,11057	0,7	0,852259
MCPA	MCPA 63,6%	3,80E-09	0,00024	8,33E+03	0,00018	8859	16,561	0,05625	498,3	0,931533
Euparen M	Tolyfluamide 50%	5,45E-10	2,11E-05	1,56E+06	0,00003	778	0,089	0,0938	73,0	0,008302
Roxion 40 EC	Dimethoate 38%	3,62E-08	0,001578	609,4	0,00174	58250	226,288	0,01906	1110,3	4,313052
								Summa:	365380,2	7,689468
Nya Zeeland										
Syllit Plus	Dodine 51%	7,73E-12	0,01983	1,90E+04	0,00000	732004	7,250	1,21254E-08	23863,3	0,236359
Lorsban WP	Chlorpyrifos 25%	6,85E-05	0,885	2,28E+04	3,29596	3266882	6,040	9,62E-03	314111,3	0,058077
Pallitop	Nirothial isopropyl 48%	3,37E-06	0,3185	1,44E+05	0,16213	11757106	0,960	0,01108	130268,7	0,010640
	Metiram 3,2%	3,39E-08	0,008776	3182	0,00163	323957	43,338	7,39E-04	239,4	0,032026
Nustar	Flusilazole 39%	8,51E-08	0,02735	492,8	0,00410	1009598	279,830	1,31E-03	1322,6	0,366577
Manzate	Mancozeb 80%	8,41E-06	0,00108	2040	0,40457	39867	67,598	0,041	1634,6	2,771520
Orthocide	Captan 50%	2,25E-08	0,04712	2,05E+05	0,00108	1739387	0,674	0,01923	33448,4	0,012961
Diazinon 50 WP	Diazinon 50%	0,000481	0,03303	147,1	23,12320	1219269	937,458	7,69E-03	9376,2	7,209048
Applaud	Buprofezin 25%	1,42E-09	0,0002677	3,60E+04	0,00007	9882	3,828	6,41E-03	63,3	0,024540
Gusathion 50 WP	Azinphos-methyl 25%	0,000987	0,01057	3377	47,48316	390181	40,835	0,0125	4877,3	0,510438
Roundup	Glyphosate 42%	3,27E-12	1,60E-07	1,79E+04	0,00000	6	7,708	0,0315	0,2	0,242809
								Summa:	519205,3	11,474996
								0,82146		

Pesticid	Aktiv substans	Skadepot.	Terrestrial	Human	Index	AETP	TETP	HTP	Mängd	Mängd*AETP	Mängd*TETP	Mängd*HTP
Frankrike												
Manzate	Mancozeb 80%	8,41E-06	0,00108	2040		0,40457	39867	67,598	0,106	4,28846E-02	4225,9	7,165392
Bayleton UD	Triadimefon 5%	1,44E-07	0,000938	5,70E+04		0,00692	34625	2,420	1,66E-03	1,14666E-05	57,4	0,004010
Enduro	Betacyfluthrin 8g/l	6,79E-07	1,29E-01	2,32E+06		0,03267	4765596	0,059	1,06E-04	3,46260E-06	505,2	0,000006
	Oxydemetonmethyl 250	1,91E-05	0,0973	535,9		0,91819	3591731	257,324	3,31E-03	3,03921E-03	11888,6	0,851743
Sépicap	Captane 83%	2,25E-08	0,04712	2,05E+05		0,00108	1739387	0,674	1,63E-01	1,78419E-04	286998,9	0,111210
Insegar	Fenoxycarb 25%	2,73E-10	2,00E-03	3,66E+05		0,00001	73939	0,377	2,07E-03	2,72511E-08	153,2	0,000781
Score	Difenoconazole 250g/l	1,12E-07	0,04274	331,5		0,00540	1577704	415,988	1,24E-03	6,70125E-06	1956,4	0,515825
Klartan	Tau-fluvalinate 240g/l	0,0183	0,04155	1850		880,65448	1533776	74,541	2,39E-03	2,10476E+00	3665,7	0,178152
Karate	Lambda Cyhalothrin 5	2,05E-08	0,01836	8,22E+04		0,00099	677741	1,679	0	0,00000E+00	0,0	0,000000
Masai	Tebuconazole 20%	5,95E-07	0,0055	2,18E+07		0,02863	203027	0,006	1,66E-03	4,75313E-05	337,0	0,000011
Gusathion XL	Azinphos-methyl 25%	0,000987	0,01057	3377		47,48316	390181	40,835	0,029	1,37701E+00	11315,2	1,184217
Decis Micro	Deltamethrin 6,25%	0,007119	0,01306	2,78E+04		342,58903	482097	4,957	2,07E-04	7,09844E-02	99,9	0,001027
Omite 30WP	Propargite 30,6%	1,53E-08	0,02074	1,32E+05		0,00073	765596	1,045	0,0203	1,49075E-05	15541,6	0,021223
Methylleuparene	Tolyfluanide 50%	5,45E-10	2,11E-05	1,56E+06		0,00003	778	0,089	0,0249	6,53415E-07	19,4	0,002204
Trifocid liq.	DNOC 625g/l	7,52E-05	3,19E-02	8,84E+04		3,61790	1178295	1,560	0,00777	2,81111E-02	9155,3	0,012125
Azur AT	Glyphosate 120g/l	3,27E-12	1,60E-07	1,79E+04		0,00000	6	7,708	0,0166	2,60983E-09	0,1	0,127956
Compliss	Diuron 250g/l	2,42E-07	1,97E-02	3,45E+02		0,01165	727944	399,479	0,02072	2,41401E-04	15083,0	8,277196
	Terbutylazine 250g/l	1,34E-05	0,0006313	1770		0,64678	23304	77,910	0,02072	1,34012E-02	482,9	1,614287
						Summa:				3,64070	361485,7	20,067365

APPENDIX C

C1 ENERGIFÖRBRUKNING FÖR TILLVERKNING AV GÖDSELMEDEL

Den energi, i olika former, som krävs för att framställa de gödselmedel som används i de olika systemen behandlas mer ingående i detta appendix än i systembeskrivningarna. Tillverkningen av konstgödsel, och speciellt tillverkningen av kvävegödselmedel, är mycket energiintensiv och man kan därigenom förvänta sig att dess bidrag till energiförbrukningen under en livscykel inte är försumbar.

C1.1 Kvävegödselmedel

Salpetersyra, HNO ₃		(Patyk, 1996)
N-innehåll:	22,2 %	
Totalt:	35,0 MJ / kg	
Olja:	5,82 MJ / kg	
Naturgas:	34,4 MJ / kg	
Kol:	4,27 MJ / kg	
Värme:	-9,6 MJ / kg	
Elektricitet:	0,1 MJ / kg	

Urea		(Patyk, 1996)
N-innehåll:	46,7 %	
Totalt:	49,3 MJ / kg	
Olja:	5,64 MJ / kg	
Naturgas:	33,3 MJ / kg	
Kol:	4,14 MJ / kg	
Värme:	5,4 MJ / kg	
Elektricitet:	0,8 MJ / kg	

CAN, Kalksalpeter		(Patyk, 1996)
N-innehåll:	25,8 %	
Totalt:	40,5 MJ / kg	
Olja:	6,02 MJ / kg	
Naturgas:	35,6 MJ / kg	
Kol:	4,42 MJ / kg	
Värme:	-5,9 MJ / kg	
Elektricitet:	0,4 MJ / kg	

Kalisalpeter, KNO₃ (Mod. efter Patyk, 1996)

N-innehåll:	13,8 %
K-innehåll:	38,6 %
Totalt:	35,0 MJ / kg
Olja:	5,82 MJ / kg
Naturgas:	34,4 MJ / kg
Kol:	4,27 MJ / kg
Värme:	-9,6 MJ / kg
Elektricitet:	0,1 MJ / kg

C1.2 Fosforgödselmedel

Generellt sett är framställandet av fosforgödselmedel mindre energikrävande än när det gäller kvävegödselmedel. Fosforgödselmedlen framställs i stor skala från råfosfat, vilket i sin tur utvinns huvudsakligen från malmen apatit. Det är mycket vanligt att fosfat ingår som en del av ett gödselmedel som innehåller flera näringsämnen som till exempel NPK och Ammoniumnitrat. Nedan anges energiförbrukning i MJ per kg P_2O_5

Monoammonfosfat, MAP (Patyk, 1996)

P_2O_5 -innehåll:	50 %
Totalt:	8,39 MJ / kg
Diesel:	0,69 MJ / kg
Naturgas:	0,52 MJ / kg
Värme:	5,33 MJ / kg
Elektricitet:	1,84 MJ / kg

Fosforsyra, H_3PO_4 (Patyk, 1996)

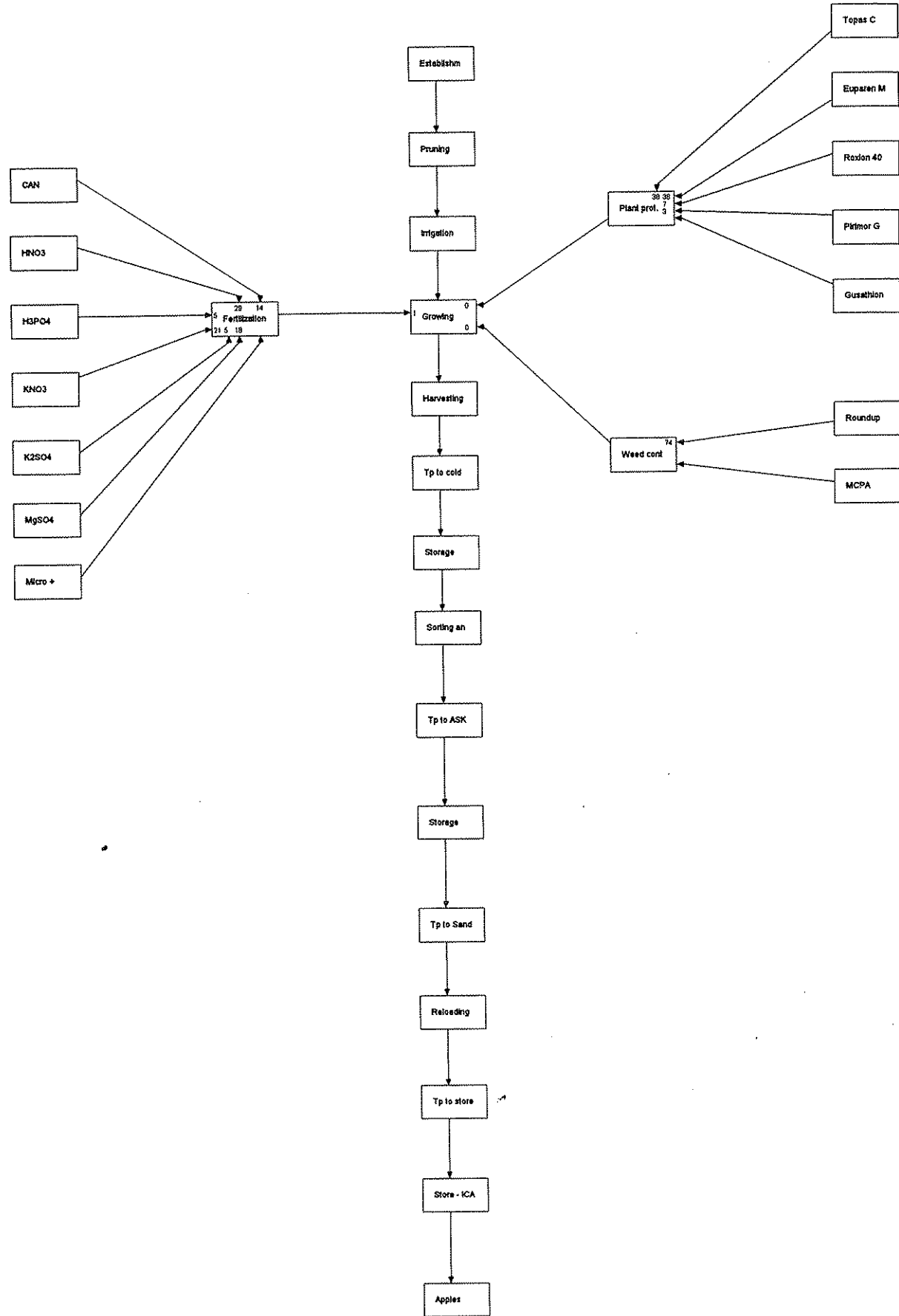
P_2O_5 -innehåll:	54 %
Totalt:	5,76 MJ / kg
Diesel:	0,51 MJ / kg
Naturgas:	0,39 MJ / kg
Värme:	3,65 MJ / kg
Elektricitet:	1,21 MJ / kg

APPENDIX D

Flödesschema, indata samt inventeringsprofil från LCA-it för det svenska systemet

LCA of appleproduction, casestudy Sweden

File: SWEDEN.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.33



LCA of appleproduction, casestudy Sweden

File: SWEDEN.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.36

Process Card: Pruning			
Inflows		Percent	Massflow [kg]
Dummy apples			1.000
Outflows			
Dummy apples			1.000
Energy carrier		[MJ]	E Factor
Diesel		5.20e-002	FU/Ex
			Reference

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
For the pruning are two tractors used, one powers the compressor for the pneumatic scissors, and one crushes the waste.

LCA of appleproduction, casestudy Sweden

File: SWEDEN.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.36

Process Card: Establishment phase

Outflows	Percent	Massflow [kg]	Reference
Dummy apples		1.000	
Process emissions	[g]		
CO2	36.151		
CO	0.128		
HC	0.102		
Particulates	4.30e-002		
NOx	0.543		
SO2	6.43e-002		
CH4	1.35e-002		
N2O	1.83e-003		
Oil (aq)	2.01e-004		
Phenol	2.25e-006		
COD	1.40e-003		
Tot-N	7.55e-005		
Crude oil (r)	10.094		
Natural gas (r)	0.747		
Nitrogen	8.91e-003		
Potassium	2.22e-002		
Magnesium	1.34e-003		
Wood (r)	5.459		
SOx	1.12e-002		
N28	0.110		
MAP	1.59e-002		
Natural uranium (r)	2.52e-005		
Hydro power [MJel] (r)	1.75e-003		
Crude oil, feedstock (r)	0.405		
Natural gas, feedstock (r)	0.264		
Coal (r)	0.277		
Bauxite (r)	1.88e-004		
Iron ore (r)	3.43e-004		
Limestone (r)	1.37e-003		
NaCl (r)	0.591		
Sand (r)	1.03e-003		
Water (r)	8.856		
HCl	1.97e-004		
Cl2	1.71e-006		
Chlorinated organics	6.17e-004		
Metals	2.57e-006		
BOD	6.85e-005		
Acid as H+	9.42e-005		
Suspended solids	2.06e-003		
Dissolved solids	4.30e-004		
Dissolved organics	8.56e-004		
Chlorinated organics (aq)	8.56e-006		
Other nitrogen	2.57e-006		
Metals (aq)	1.71e-004		
Na+ (aq)	1.97e-003		
SO42- (aq)	3.68e-003		
Cl- (aq)	3.43e-002		
Industrial waste	1.54e-003		
Mineral waste	5.65e-002		
Ashes	4.07e-002		
Inert chemicals	1.20e-002		
Regulated chemicals	1.03e-003		
Waste, high. radioact. [cm3]	1.06e-005		
Waste, med. radioact. [cm3]	1.21e-004		
Waste, low radioact. [cm3]	1.21e-004		
Captan	7.11e-003		
NH3	3.19e-009		
Rn-222 [Bq]	7.01e-004		
NH3 (aq)	3.03e-009		
Biomass (r)	5.22e-003		
Benomyl	1.04e-002		
Coal, feedstock (r)	3.65e-003		
Pirimikarb	6.58e-004		
Peat (r)	3.57e-004		
Azinfosmetyl	8.23e-004		
P2O5	5.42e-004		
Sulphur	1.74e-003		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Fossil fuel	4.98e-002	None	
Electricity	6.46e-003	None	

— To be continued —

LCA of appleproduction, casestudy Sweden

File: SWEDEN.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.36

Gasoline	2.82e-003	None
Diesel	0.392	None
Oil	1.51e-003	None
Natural gas	9.32e-003	None
Coal	1.11e-003	None
Heat	5.34e-004	None
Electricity, Swedish average	1.70e-003	None
Oil, feedstock	1.25e-003	None
Natural gas, feedstock	9.02e-004	None
Electricity, Swiss average	3.70e-004	None
Coal, feedstock	9.92e-005	None
Electricity, French average	1.26e-003	None
Electricity, German average	8.44e-005	None
Electricity, Belgian average	1.21e-005	None

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Process Card: Weed control

Inflows	Percent	Massflow [kg]	Reference
Roundup	74.840 %	2.65e-004	
		8.91e-005	
Outflows			
Herbicides		3.54e-004	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Diesel	22.230	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (3.54e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

The weed control is made with a tractor mounted sprayer.

Process Card: Fertilization

Inflows	Percent	Massflow [kg]	Reference
HNO3	29.600 %	3.14e-003	
CAN	14.090 %	1.49e-003	
Micro +		6.46e-004	
MgSO4	18.400 %	1.95e-003	
K2SO4	5.560 %	5.89e-004	
KNO3	21.180 %	2.25e-003	
H3PO4	5.080 %	5.38e-004	
Outflows			
Fertilisers		1.06e-002	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

The sum of output flow(s) (1.06e-002 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Process Card: Irrigation

Inflows	Percent	Massflow [kg]	Reference
Dummy apples		1.000	
Outflows			
Dummy apples		1.000	
Process emissions	[g]		Reference
Water (r)	1.95e+004		Reference 1
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Electricity, Swedish average	2.34e-002	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Ref 1: The water is taken from a spring

LCA of appleproduction, casestudy Sweden

4

File: SWEDEN.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.37

Process Card: Harvesting

Inflows	Percent	Massflow [kg]
Dummy apples		1.000

Outflows	
Apples	1.000

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Gasoline	1.07e-002	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
The apples are picked by hand , tractors are used for transports within the orchard. OBS!!!!!! 95% klass 1 frukt, 5% klass 2.

Transport Card: Tp to cold store

Inflows	Percent	Massflow [kg]
Apples		1.000

Outflows	
	1.000

Modes of conveyance	[km]	Reference
Tractor MF 135	14.000	

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
This transport is done with tractor MF 135.

Process Card: Storage

Inflows	Percent	Massflow [kg]
Apples		1.000

Outflows	
	1.000

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Electricity, Swedish average	3.44e-002	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
At the orchards coldhouse. Scenario 1, 20 days of storing.

Process Card: Micro +

Outflows	Percent	Massflow [kg]
Diverse		6.46e-004

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
----------------	------	----------	-----------

The sum of output flow(s) (6.46e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Manufactured in Sweden*

Transport Card: Tp to ASK

Inflows	Percent	Massflow [kg]
Apples		1.000

Outflows	
	1.000

Modes of conveyance	[km]	Reference
Road, short-distance	12.000	

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

LCA of appleproduction, casestudy Sweden

5

File: SWEDEN.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.37

Process Card: Sorting and packaging

Inflows	Percent	Massflow [kg]
Apples		1.000

Outflows	
	1.000

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Electricity, Swedish average	3.10e-004	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
At the orchards packhouse.

Process Card: MgSO4

Outflows	Percent	Massflow [kg]
MgSO4		1.95e-003

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
----------------	------	----------	-----------

The sum of output flow(s) (1.95e-003 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Magnesiumsulfat, manufactured in Germany.

Process Card: Reloading at Hilding Jansson's

Inflows	Percent	Massflow [kg]
Apples		1.000

Outflows	
	1.000

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
----------------	------	----------	-----------

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Process Card: Plant prot.

Inflows	Percent	Massflow [kg]
Topas C	38.351 %	1.86e-004
Euparen M	38.351 %	1.86e-004
Roxion 40 EC	7.957 %	3.86e-005
Pirimor G	3.835 %	1.86e-005
Gusathion WP		5.59e-005

Outflows	
	4.85e-004

Process emissions	[g]	Reference
Water (r)	1.33e+005	Ref 1

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Diesel	70.660	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (4.85e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Reference 1: Water consumption per ha is 200 L.

Process Card: Roundup

Outflows	Percent	Massflow [kg]
Roundup		2.65e-004

Process emissions	[g]	Reference
Glyfosat	420.000	

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	13.900	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	39.100	Ex	
Diesel	0.420	FU/Ex	
Electricity, Belgian average	95.300	FU/Ex	
Heat	42.000	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (2.65e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Roundup is a herbicide manufactured by Monsanto. The active substance is N-phosphomethylglycine

LCA of appleproduction, casestudy Sweden

File: SWEDEN.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.37

Process Card: KNO3

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
		2.25e-003	
Process emissions	[g]		Reference
Nitrogen	138.000		
Potassium	386.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil (heavy fuel)	0.800	FU/Ex	
Natural gas	7.640	FU/Ex	
Coal	0.590	FU/Ex	
Heat	-1.320	FU/Ex	
Electricity, Swedish average	8.00e-002	FU/Ex	
Diesel	0.150	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (2.25e-003 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Kalisalpeter. Manufactured in Israel. Electricity production calculated for Sweden.

Process Card: Topas C

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Topas C		1.86e-004	
Process emissions	[g]		Reference
Penkonazol	25.000		
Captan	480.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	18.200	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	6.700	Ex	
Electricity, Swiss average	24.960	FU/Ex	
Heat	5.280	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.86e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Ref 1 Oil is here instead of nafta.

Process Card: Euparen M

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Euparen		1.86e-004	
Process emissions	[g]		Reference
Tolyfluanid	250.000		
Kvarts	290.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	18.900	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	18.800	Ex	
Coal, feedstock	1.400	Ex	Ref 2
Diesel	2.900	FU/Ex	
Electricity, German average	27.900	FU/Ex	
Heat	18.200	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.86e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Ref 1 Oil is noted here instead of nafta. Ref 2 Coal is here assumed instead of coke.

LCA of appleproduction, casestudy Sweden

File: SWEDEN.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.37

Process Card: Roxion 40 EC

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Roxion 40 EC		3.86e-005	
Process emissions	[g]		Reference
Dimetoat	380.000		
Cyklohexanon	490.000		
Xylen	58.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	14.400	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	14.300	Ex	
Coal, feedstock	1.100	Ex	Ref 2
Diesel	2.200	FU/Ex	
Electricity, German average	21.200	FU/Ex	
Heat	13.800	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (3.86e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Ref 1 Oil is here assumed instead of nafta. Ref 2 Coal is assumed instead of coke.

Process Card: Pirimor G

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Pirimor G		1.86e-005	
Process emissions	[g]		Reference
Pirimikarb	500.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	27.400	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	25.100	Ex	
Coal, feedstock	4.500	Ex	Ref 2
Diesel	8.900	FU/Ex	
Electricity, British average	42.800	FU/Ex	
Heat	20.500	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.86e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Ref 1: Oil is here assumed instead of nafta. Ref 2: Coal is assumed instead of coke.

Process Card: Gusathion WP

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Gusathion		5.59e-005	
Process emissions	[g]		Reference
Azinfosmetyl	250.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	14.800	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	9.400	Ex	
Diesel	1.500	FU/Ex	
Electricity, German average	0.0	FU/Ex	
Heat	6.400	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (5.59e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Ref 1: Oil is here assumed instead of nafta.

Process Card: K2SO4

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
		5.89e-004	
Process emissions	[g]		Reference
K	415.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Natural gas	7.500	FU/Ex	
Electricity, German average	0.180	FU/Ex	
Diesel	0.400	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (5.89e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Kalisulfat manufactured in Germany.

LCA of appleproduction, casestudy Sweden

8

File: SWEDEN.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.37

Process Card: CAN

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
N		1.49e-003	
Process emissions	[g]		Reference
Nitrogen	258.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil (heavy fuel)	6.020	FU/Ex	
Natural gas	35.600	FU/Ex	
Coal	4.420	FU/Ex	
Heat	-5.900	FU/Ex	
Electricity, Swedish average	0.400	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.49e-003 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
=Kalksalpeter. The manufacturing is carried out in Israel, but in lack of data about the electrical production in that country gives that I here calculate with Swedish electrical production.

Process Card: H3PO4

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
P		5.38e-004	
Process emissions	[g]		Reference
P2O5	54.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Diesel	0.510	FU/Ex	
Natural gas	0.390	FU/Ex	
Heat	3.650	FU/Ex	
Electricity, Swedish average	1.210	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (5.38e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Process Card: MCPA

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
MCPA		8.91e-005	
Process emissions	[g]		Reference
MCPA	636.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	33.900	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	7.630	Ex	
Diesel	8.000	FU/Ex	
Electricity, German average	17.500	FU/Ex	
Heat	14.200	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (8.91e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Process Card: HNO3

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
N		3.14e-003	
Process emissions	[g]		Reference
Nitrogen	222.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil (heavy fuel)	5.820	FU/Ex	
Natural gas	34.400	FU/Ex	
Coal	4.270	FU/Ex	
Heat	-9.600	FU/Ex	
Electricity, Swedish average	0.100	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (3.14e-003 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Manufactured in Sweden.

LCA of appleproduction, casestudy Sweden

9

File: SWEDEN.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.37

Process Card: Growing

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Dummy apples		1.000	
Pesticides	4.80e-002 %	4.85e-004	
Herbicides	3.50e-002 %	3.54e-004	
Fertilizer	1.048 %	1.06e-002	

Outflows			
Apples		1.000	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies
Mass change factor 0.989

Process Card: Apples

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Process emissions	[g]		Reference
Apples	1.00e+003		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

Calculated for a reference flow of 1.000 [kg] which corresponds to 1 kg of apples
The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Process Card: Storage

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows			
Apples		1.000	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Transport Card: Tp to Sandéns (=Hilding Janssons)

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows			
		1.000	
Modes of conveyance	[km]		Reference
Road, long-distance	218.000		Ref 1

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Reference 1: Distance Helsingborg - Göteborg.

Transport Card: Tp to store

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows			
		1.000	
Modes of conveyance	[km]		Reference
Road, short-distance	15.000		

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
The choosen store is ICA Åkerredshallen.

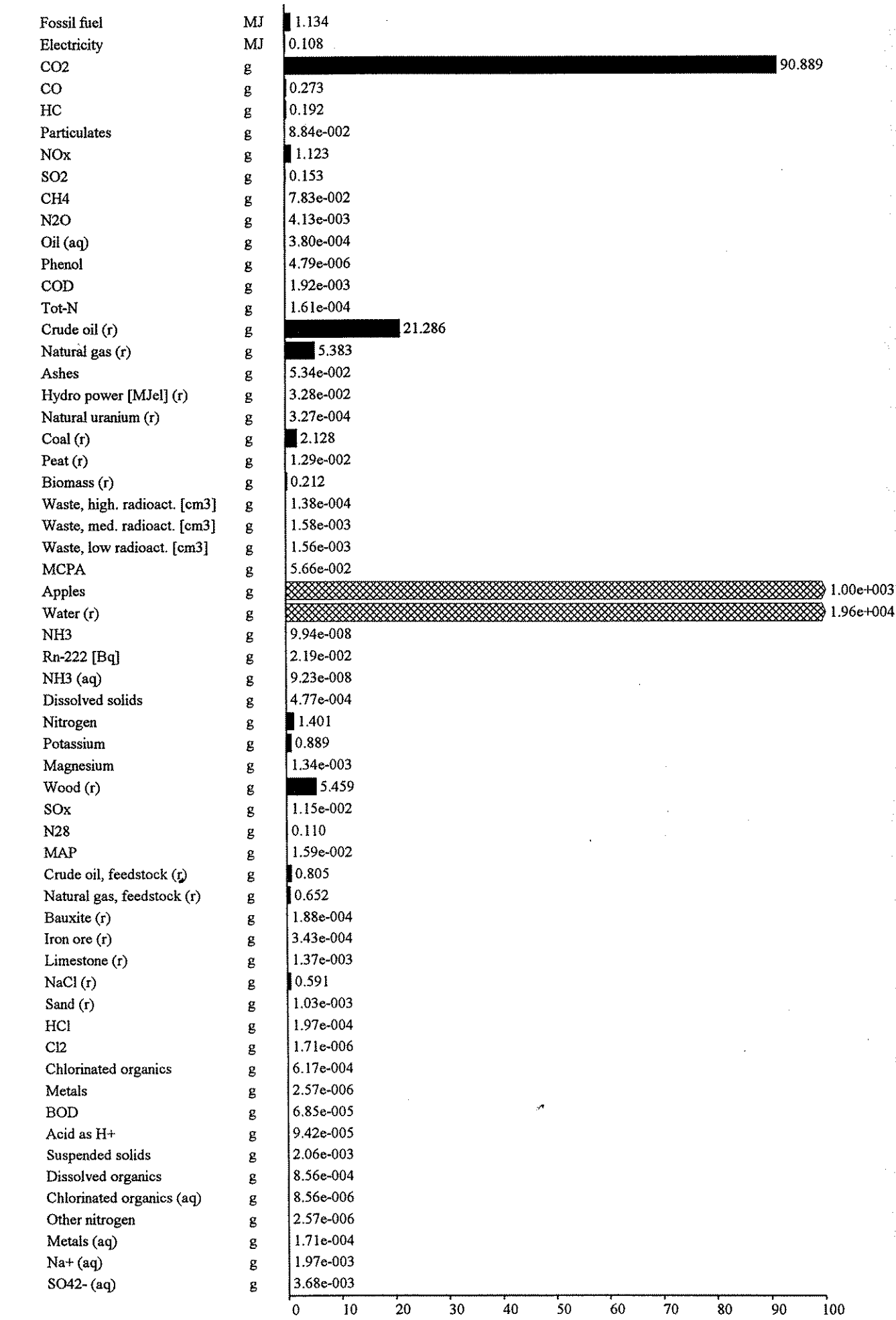
Process Card: Store - ICA Åkerredshallen

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
		1.000	
Outflows			
		1.000	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

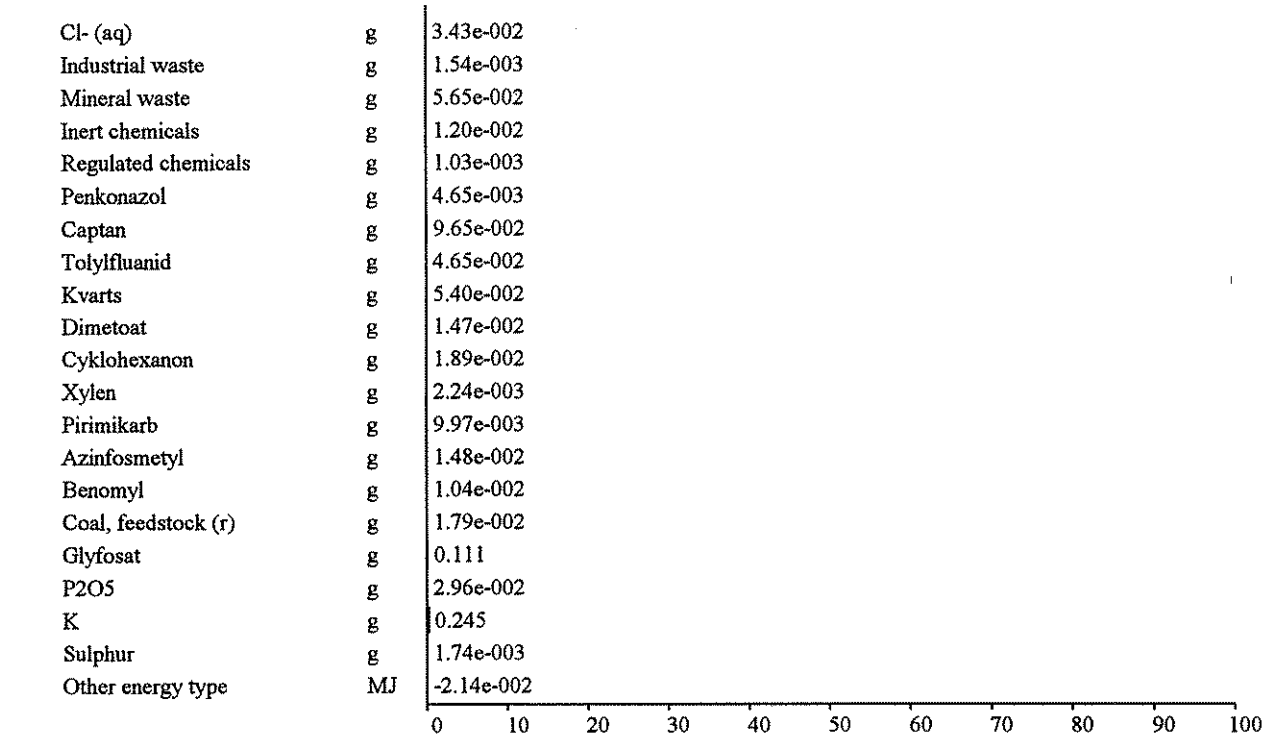
LCA of appleproduction, casestudy Sweden

File: SWEDEN.LCA Printed: Fri 97-02-28 12.44
Calculated for a reference flow of 1.000 [kg] which corresponds to 1 kg of apples



LCA of appleproduction, casestudy Sweden

File: SWEDEN.LCA Printed: Fri 97-02-28 12.44
Calculated for a reference flow of 1.000 [kg] which corresponds to 1 kg of apples

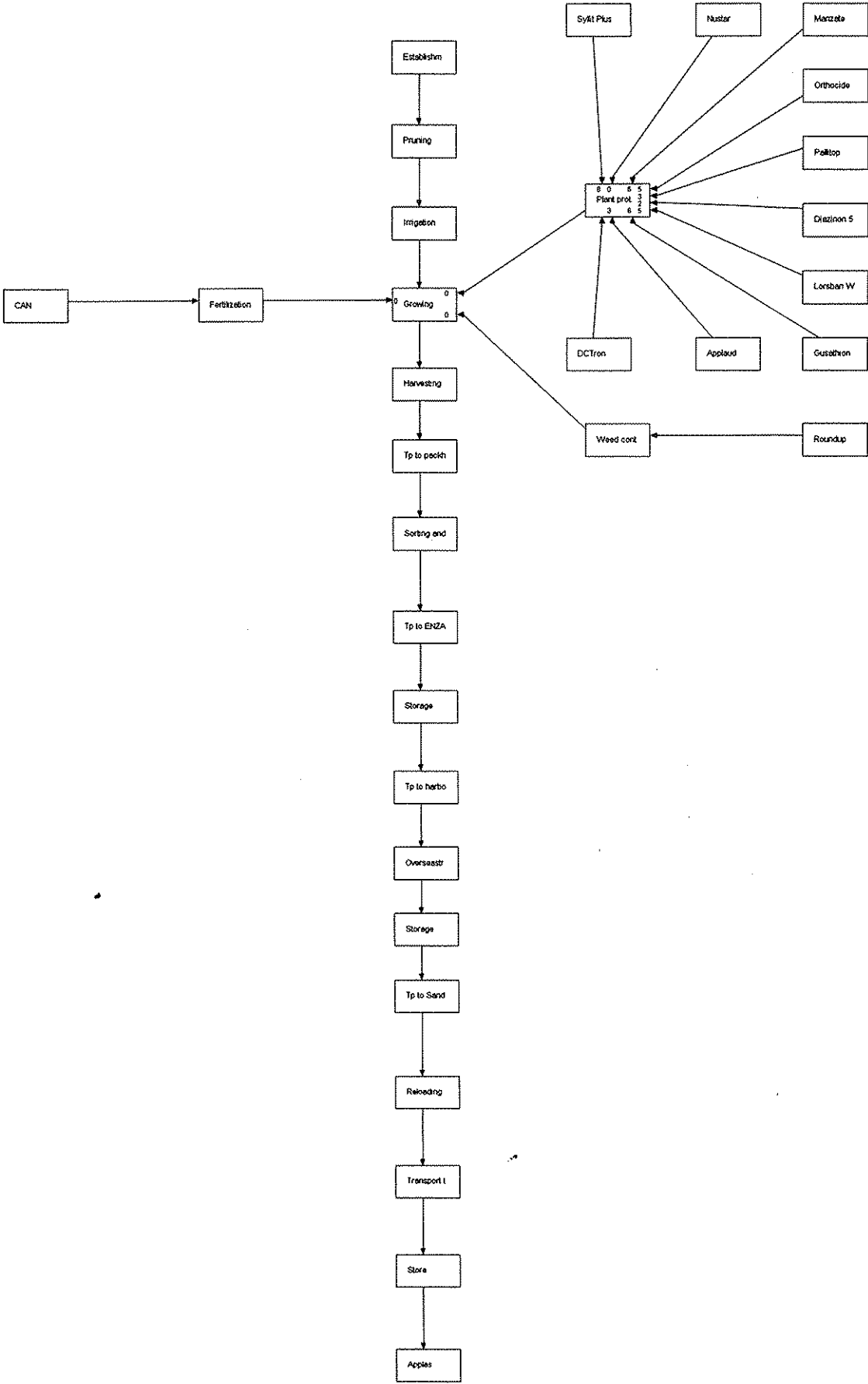


APPENDIX E

**Flödesschema, indata samt inventeringsprofil från LCA-it för det
nyzeeländska systemet**

LCA of appleproduction, casestudy NZ

File: NZ.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.29



LCA of appleproduction, casestudy NZ

File: NZ.LCA Printed: Fri 97-02-28 12.41

Process Card: Pruning			
Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Dummy apples		0.999	
Outflows			
Dummy apples		0.999	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Diesel	5.18e-003	FU/Ex	
The sum of output flow(s) (0.999 kg) is used to calculate emissions and energies			
Notes			
The actual pruning is hand-made but the treatment of waste (cushing) is tractordriven.			

Process Card: Establishment phase			
Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Dummy apples		0.999	
Process emissions	[g]		Reference
CO2	1.811		
CO	1.98e-003		
HC	1.34e-003		
Particulates	9.01e-004		
NOx	1.07e-002		
SO2	2.47e-003		
CH4	3.63e-003		
N2O	3.61e-005		
Oil (aq)	3.29e-006		
Phenol	4.63e-008		
COD	9.53e-006		
Tot-N	1.55e-006		
Crude oil (r)	0.200		
Natural gas (r)	0.339		
Ashes	7.29e-004		
Hydro power [MJel] (r)	2.54e-003		
Coal (r)	8.19e-002		
Wood (r)	1.341		
Water (r)	3.77e+003		
NH3	4.47e-009		
Rn-222 [Bq]	9.81e-004		
NH3 (aq)	4.24e-009		
Dissolved solids	2.16e-006		
Dodine	3.74e-003		
Chlorpyrifo	8.99e-004		
Nithrotal isopropyl	1.73e-003		
Metiram	1.15e-004		
SOx	7.87e-007		
Nitrogen	0.173		
Crude oil, feedstock (r)	6.70e-003		
Natural gas, feedstock (r)	5.35e-003		
Coal, feedstock (r)	5.53e-004		
Waste, high. radioact. [cm3]	2.05e-007		
Waste, med. radioact. [cm3]	2.34e-006		
Waste, low radioact. [cm3]	2.32e-006		
Natural uranium (r)	4.86e-007		
Biomass (r)	1.08e-003		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Diesel	5.69e-003	None	
Electricity, New Zealand average	3.56e-003	None	
Gasoline	2.46e-005	None	
Oil	2.12e-003	None	
Natural gas	1.25e-002	None	
Coal	1.56e-003	None	
Heat	2.25e-003	None	
Oil, feedstock	2.60e-004	None	
Natural gas, feedstock	2.39e-004	None	
Coal, feedstock	1.50e-005	None	
Electricity, American average	2.89e-004	None	
Electricity, German average	9.63e-005	None	
The sum of output flow(s) (0.999 kg) is used to calculate emissions and energies			
Notes			

LCA of appleproduction, casestudy NZ

2

File: NZ.LCA Printed: Fri 97-02-28 12.41

Process Card: Weed control

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
		7.03e-005	
Outflows			
Herbicides		7.03e-005	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Diesel	90.800	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (7.03e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
The weed control is made with a tractor mounted sprayer. Tractor used is Ford 4600.

Process Card: Fertilization

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
CAN		3.85e-003	
Outflows			
Fertilisers		3.85e-003	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Diesel	0.216	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (3.85e-003 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
The CAN is spread with a tractor mounted spreader. The used tractor is a Fendt 260

Process Card: Irrigation

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Dummy apples		0.999	
Outflows			
Dummy apples		0.999	
Process emissions	[g]		Reference
Water (r)	3.21e+004		Reference 1
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Electricity, New Zealand average	2.77e-002	Ex	

The sum of output flow(s) (0.999 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Ref 1: The water is taken from a spring and the pump is an electrical of 40 kW.

Process Card: Harvesting

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Dummy apples		1.000	
Outflows			
Apples		1.000	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Diesel	0.139	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
The apples are picked by hand , tractor is used for transports within the orchard.

Transport Card: Tp to packhouse

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows			
		1.000	
Modes of conveyance	[km]		Reference
Road, long-distance	15.000		

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
This transport is done with truck and the unit load is 21 tonnes.

LCA of appleproduction, casestudy NZ

3

File: NZ.LCA Printed: Fri 97-02-28 12.41

Process Card: Sorting and packing

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
		1.000	
Outflows			
Apples		1.000	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Electricity, New Zealand average	4.10e-003	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
The energy consumption for sorting and packing is calculated from the electricity bill for the packhouse.

Transport Card: Overseastransport

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows			
		1.000	
Modes of conveyance	[km]		Reference
Boat, ocean-going	2.32e+004		

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Transport Card: Tp to ENZA coldstore

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows			
		1.000	
Modes of conveyance	[km]		Reference
Road, short-distance	1.000		

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Process Card: Storage

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows			
Apples		1.000	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Electricity, New Zealand average	2.81e-002	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Energyconsumption for three weeks of storing. Energyconsumption figures from the french inventory analysis.

Transport Card: Tp to harbour

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows			
		1.000	
Modes of conveyance	[km]		Reference
Road, long-distance	20.000		

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
The harbour is in Napier. Truck with loading capacity 21,5 tonnes is used.

Process Card: Store

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
		1.000	
Outflows			
Apples		1.000	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

LCA of appleproduction, casestudy NZ

4

File: NZ.LCA Printed: Fri 97-02-28 12.41

Process Card: Plant prot.

Inflows	Percent	Massflow [kg]
Syllit Plus	8.538 %	6.43e-005
Nustar	0.451 %	3.40e-006
Manzate	6.830 %	5.14e-005
Orthocide	5.123 %	3.86e-005
Pallitop	3.074 %	2.31e-005
Diazinon	2.049 %	1.54e-005
Lorsban WP	5.123 %	3.86e-005
Gusathion	6.660 %	5.01e-005
Applaud	3.415 %	2.57e-005
DcTron		4.42e-004

Outflows		7.53e-004
----------	--	-----------

Process emissions	[g]		Reference
Water (r)	2.61e+005		

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Electricity, New Zealand average	28.730	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (7.53e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Chemical plant protection. The spraying is done with different tractor-mounted sprayers. The tractor used is Fendt 260.

Process Card: Roundup

Outflows	Percent	Massflow [kg]
Roundup		7.03e-005

Process emissions	[g]		Reference
Roundup	1.00e+003		

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
----------------	------	----------	-----------

The sum of output flow(s) (7.03e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Roundup is a herbicide manufactured by Monsanto. The active substance is N-phoshomethylglycine

Process Card: DCTron

Outflows	Percent	Massflow [kg]
DCTron		4.42e-004

Process emissions	[g]		Reference
Mineral Oil	1.00e+003		

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
----------------	------	----------	-----------

The sum of output flow(s) (4.42e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
DCTron is a mineral oil used against mites. Manufacturer is BASF.

Process Card: Manzate

Outflows	Percent	Massflow [kg]
Manzate		5.14e-005

Process emissions	[g]		Reference
Mancozeb	800.000		

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	21.600	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	18.400	Ex	
Coal, feedstock	6.400	Ex	Ref 2
Diesel	7.200	FU/Ex	
Electricity, French average	20.000	FU/Ex	
Heat	5.600	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (5.14e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Manzate is a fungicide manufactured by DuPont. The active substance is mancozeb. Reference 1: Oil is assumed instead of nafta. Reference 2: Coal is assumed instead of coke.

LCA of appleproduction, casestudy NZ

5

File: NZ.LCA Printed: Fri 97-02-28 12.41

Process Card: Orthocide

Outflows	Percent	Massflow [kg]
Orthozide		3.86e-005

Process emissions	[g]		Reference
Captan	500.000		

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	19.000	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	7.000	Ex	
Electricity, American average	26.000	FU/Ex	
Heat	5.500	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (3.86e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Othocide is a fungicide manufactured by Chevron chemicals. The active substance is Captan. Reference 1: Oil is here assumed instead of nafta.

Process Card: Pallitop

Outflows	Percent	Massflow [kg]
Pallitop		2.31e-005

Process emissions	[g]		Reference
Nitrothal-isopropyl metiram	480.000 32.000		

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	18.100	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	18.000	Ex	
Coal, feedstock	1.300	Ex	Ref 2
Diesel	2.800	FU/Ex	
Electricity, German average	26.800	FU/Ex	
Heat	17.400	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (2.31e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Pallitop is a fungicide manufactured by BASF. The active substances are Nitrothal-isopropyl and metiram. Reference 1: Oil assumed for nafta. Reference 2: Coal assumed for coke.

Process Card: Diazinon 50 WP

Outflows	Percent	Massflow [kg]
Diazinon		1.54e-005

Process emissions	[g]		Reference
Diazinon	500.000		

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	18.900	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	18.800	Ex	
Coal, feedstock	1.400	Ex	Ref 2
Diesel	2.900	FU/Ex	
Electricity, Swiss average	27.900	FU/Ex	
Heat	18.200	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.54e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Diazinon is a insecticide manufactured by Ciba-Geigy. The active substance is diazinon. Reference 1: Oil assumed for nafta. Reference 2: ...and coal for coke.

LCA of appleproduction, casestudy NZ

File: NZ.LCA Printed: Fri 97-02-28 12.41

Process Card: Lorsban WP

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Lorsban		3.86e-005	
Process emissions	[g]		Reference
Chlorpyrifos	250.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	14.800	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	9.400	Ex	
Diesel	1.500	FU/Ex	
Electricity, American average	22.200	FU/Ex	Ref 2
Heat	6.400	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (3.86e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Lorsban is a insecticide manufactured by DowElanco. The active substance is chlorpyrifos. Reference 1: Oil is assumed instead of nafta. Reference 2: The manufacturing is assumed to be in the US.

Process Card: Syllit Plus

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Syllit Plus		6.43e-005	
Process emissions	[g]		Reference
Dodine	510.000		OBS!!!!
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	19.400	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	19.300	Ex	
Coal, feedstock	1.400	Ex	Ref 2
Diesel	3.000	Ex	
Electricity, Italian average	28.600	FU/Ex	
Heat	18.600	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (6.43e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Syllit Plus is a fungicide manufactured by Rhone-Poulenc. The active substance is Dodine. Reference 1: Oil is here assumed instead of nafta. Reference 2: Coal is assumed instead of coke.

Process Card: Nustar

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Nustar		3.40e-006	
Process emissions	[g]		Reference
Flusilazole	39.000		
Xylene	250.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	14.700	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	14.700	Ex	
Coal, feedstock	1.100	Ex	Ref 2
Diesel	2.300	FU/Ex	
Electricity, French average	21.800	FU/Ex	
Heat	14.200	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (3.40e-006 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Nustar is a insecticide manufactured by DuPont. The active substance is chlorpyrifos. Reference 1: Oil is assumed instead of nafta. Reference 2: Coal is assumed for coke.

LCA of appleproduction, casestudy NZ

File: NZ.LCA Printed: Fri 97-02-28 12.41

Process Card: CAN

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
CAN		3.85e-003	
Process emissions	[g]		Reference
Nitrogen	270.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil	6.020	FU/Ex	
Natural gas	35.600	FU/Ex	
Coal	4.420	FU/Ex	
Heat	-5.900	FU/Ex	
Electricity, Swedish average	0.400	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (3.85e-003 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

=Kalksalpeter. The manufacturing is carried out in Israel, but in lack of data about the electrical production in that country gives that I here calculate with Swedish electrical production.

Process Card: Gusathion

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Gusathion		5.01e-005	
Process emissions	[g]		Reference
Azinfosmetyl	250.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	14.800	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	9.400	Ex	
Diesel	1.500	FU/Ex	
Electricity, German average	22.700	FU/Ex	
Heat	6.400	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (5.01e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Gusathion is a insecticide manufactured by Bayer AG. The active substance is azinfosmethyl. Reference 1: Oil is assumed for nafta.

Process Card: Applaud

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Applaud		2.57e-005	
Process emissions	[g]		Reference
Buprofezin	250.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	11.600	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	9.200	Ex	
Coal, feedstock	0.870	Ex	Ref 2
Diesel	1.900	FU/Ex	
Electricity, Swiss average	19.800	FU/Ex	Ref 3
Heat	10.300	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (2.57e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Applaud is a insecticide manufactured by Dow Elanco. The active substance is buprofezin. Reference 1: Oil is assumed instead of nafta. Reference 2: Coal is here assumed instead of coke. Reference 3: The manufacturing is assumed to be in Switzerland.

Process Card: Growing

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Dummy apples		0.999	
Pesticides	7.50e-002 %	7.53e-004	
Herbicides	7.00e-003 %	7.03e-005	
Fertilizer	0.383 %	3.85e-003	
Outflows			
Apples		1.000	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies
Mass change factor 0.996

LCA of appleproduction, casestudy NZ

File: NZ.LCA Printed: Fri 97-02-28 12.41

Process Card: Apples

Inflows	Percent	Massflow [kg]
		1.000

Process emissions	[g]	Reference
Apples	1.00e+003	

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

Calculated for a reference flow of 1.000 [kg] which corresponds to 1 kg of apples
The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Process Card: Storage

Inflows	Percent	Massflow [kg]
		1.000

Outflows	
Apples	1.000

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Storage at Malmö sjöterminal.

Transport Card: Tp to Sandéns / Hilding Jansson's

Inflows	Percent	Massflow [kg]
Apples		1.000

Outflows	
	1.000

Modes of conveyance	[km]	Reference
Road, long-distance	275.000	Reference 1

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
From Malmö sjöterminal to Hilding Janson's in Gothenbourg.

Process Card: Reloading at Sandéns or Hilding Janssons

Inflows	Percent	Massflow [kg]
		1.000

Outflows	
	1.000

Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Transport Card: Transport to ICA Åkerredshallen

Inflows	Percent	Massflow [kg]
Apples		1.000

Outflows	
	1.000

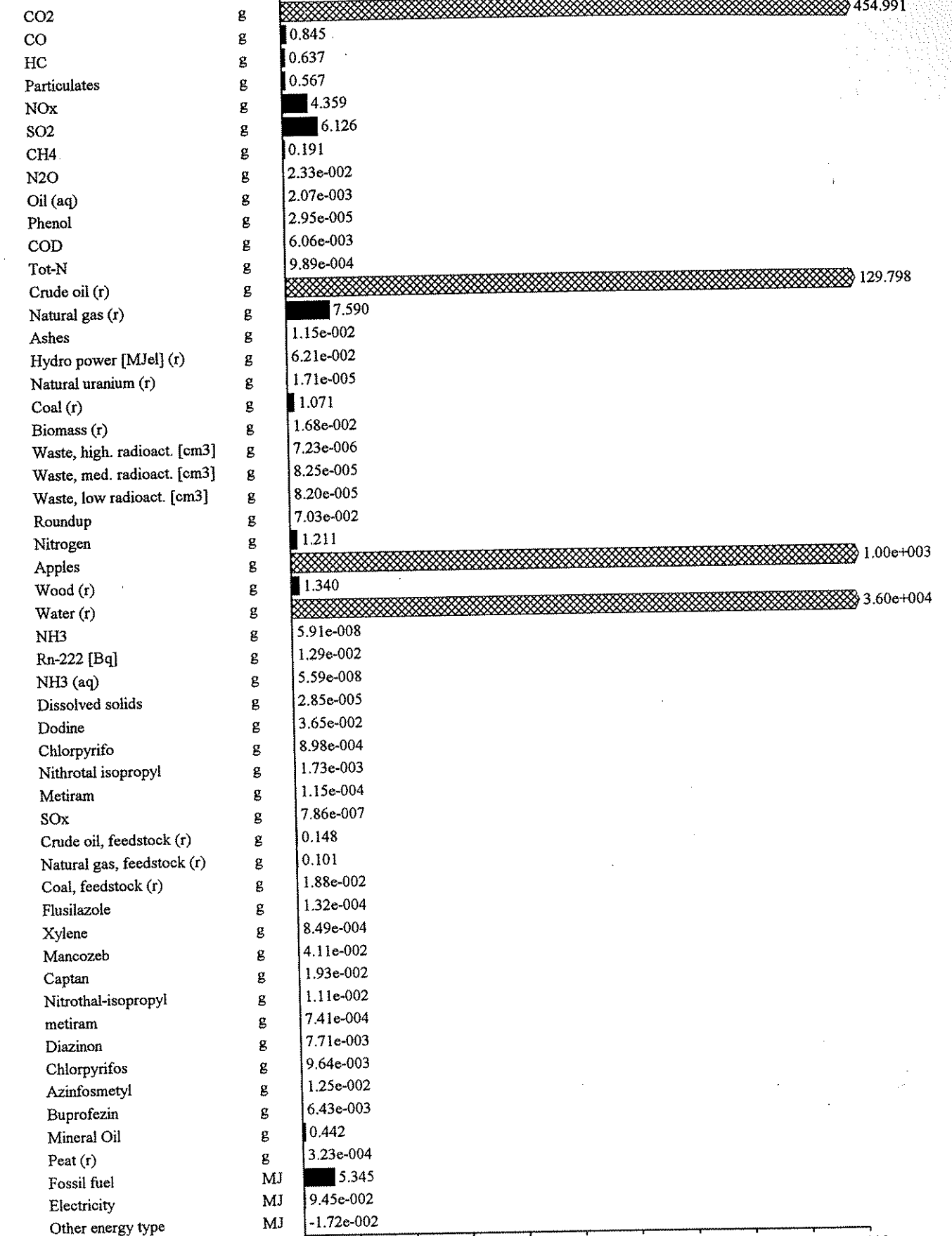
Modes of conveyance	[km]	Reference
Road, short-distance	15.000	

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

LCA of appleproduction, casestudy NZ

File: NZ.LCA Printed: Fri 97-02-28 12.44

Calculated for a reference flow of 1.000 [kg] which corresponds to 1 kg of apples

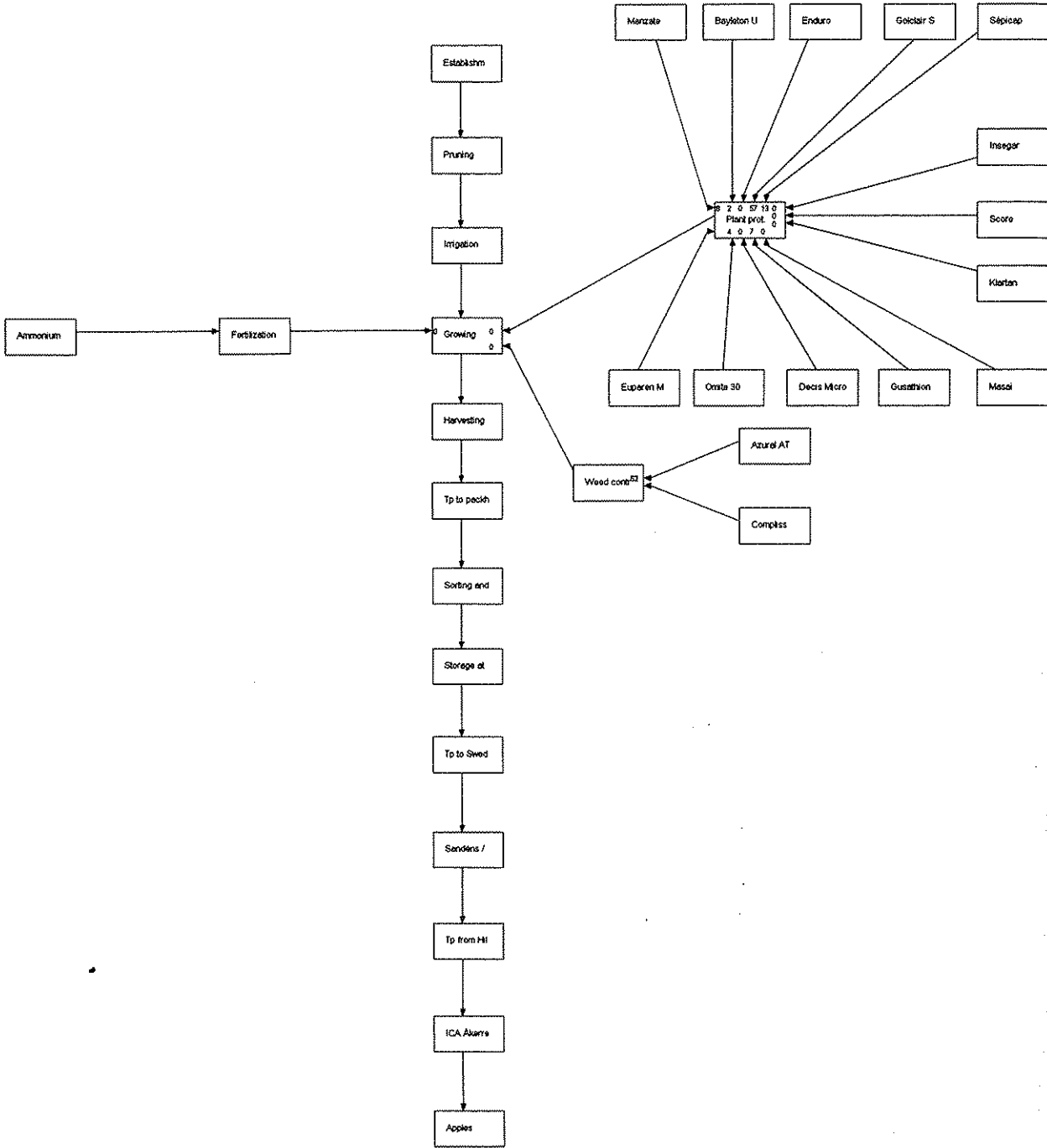


APPENDIX F

Flödesschema, indata samt inventeringsprofil från LCA-it för det franska systemet

LCA of appleproduction, casestudy France

File: FRA.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.31



LCA of appleproduction, casestudy France

File: FRA.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.31

Process Card:		Pruning		
Inflows		Percent	Massflow [kg]	
Dummy apples			1.000	
Outflows				
Dummy apples			1.000	
Energy carrier		[MJ]	E Factor	Reference
Diesel		7.34e-003	FU/Ex	
The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies				
Notes				
The actual pruning is hand-made but the treatment of waste (cushing) is tractordriven.				

LCA of appleproduction, casestudy France

2

File: FRA.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.31

Process Card: Establishment phase

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Dummy apples		1.000	
Process emissions	[g]		Reference
CO2	3.361		
CO	2.60e-003		
HC	1.80e-003		
Particulates	1.45e-003		
NOx	1.55e-002		
SO2	5.41e-003		
CH4	7.06e-003		
N2O	5.33e-005		
Oil (aq)	6.46e-006		
Phenol	9.08e-008		
COD	1.87e-005		
Tot-N	3.04e-006		
Crude oil (r)	0.353		
Natural gas (r)	0.602		
Ashes	1.17e-003		
Hydro power [MJel] (r)	1.39e-003		
Coal (r)	0.210		
Water (r)	4.79e+003		
NH3	1.17e-008		
Rn-222 [Bq]	2.58e-003		
NH3 (aq)	1.11e-008		
Dissolved solids	5.69e-006		
Nitrogen	0.294		
Crude oil, feedstock (r)	5.43e-002		
Natural gas, feedstock (r)	3.15e-002		
Coal, feedstock (r)	6.43e-003		
Waste, high. radioact. [cm3]	1.36e-005		
Waste, med. radioact. [cm3]	1.55e-004		
Waste, low radioact. [cm3]	1.55e-004		
Natural uranium (r)	3.23e-005		
Biomass (r)	4.82e-003		
Phosphorus	0.348		
Potassium	0.250		
Mancozeb	1.26e-002		
Triadimefon	1.96e-004		
Betacyfluthrine	1.26e-005		
Oxydeméfonmethyl	3.94e-004		
Mineral oil	1.85e-003		
Sulphur	6.00e-002		
Captan	1.30e-002		
Fenoxycarbe	2.45e-004		
Difenoconazole	1.39e-004		
Azinphos-methyl	1.72e-003		
Propargite	2.38e-003		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Diesel	7.00e-003	None	
Natural gas	2.59e-002	None	
Coal	3.39e-003	None	
Electricity, French average	6.98e-003	None	
Oil	6.08e-003	None	
Heat	-7.75e-004	None	
Oil, feedstock	2.11e-003	None	
Natural gas, feedstock	1.41e-003	None	
Coal, feedstock	1.75e-004	None	
Electricity, Swiss average	8.61e-004	None	
Electricity, German average	6.15e-004	None	

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

LCA of appleproduction, casestudy France

3

File: FRA.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.31

Process Card: Weed control

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
	62.500 %	1.38e-004	
		8.28e-005	
Outflows			
Herbicides		2.21e-004	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Diesel	3.781	FU/Ex	
The sum of output flow(s) (2.21e-004 kg) is used to calculate emissions and energies			
Notes			
The weed control is made with a tractor mounted sprayer. Tractor used is Fiat 45.66.			

Process Card: Fertilization

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
CAN		2.07e-003	
Outflows			
Fertilisers		2.07e-003	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Diesel	8.29e-004	FU/Ex	
The sum of output flow(s) (2.07e-003 kg) is used to calculate emissions and energies			
Notes			
The CAN is spread with a tractor mounted spreader. The used tractor is a Fendt 260			

Process Card: Irrigation

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Dummy apples		1.000	
Outflows			
Dummy apples		1.000	
Process emissions	[g]		Reference
Water (r)	5.32e+004		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Electricity, French average	4.25e-002	FU/Ex	
The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies			
Notes			
The water is taken from a river and pumped to a system of undertreesprinklers.			

Process Card: Harvesting

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Dummy apples		1.000	
Outflows			
Apples		1.000	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Diesel	0.184	FU/Ex	
The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies			
Notes			
The apples are picked by hand , tractors (2,5 per picking team) are used for transports within the orchard.			

Transport Card: Tp to packhouse

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows			
		1.000	
Modes of conveyance	[km]		Reference
Road, short-distance	4.000		
The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies			
Notes			
This transport is done with truck and the unit load is 14 tonnes.			

LCA of appleproduction, casestudy France

4

File: FRA.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.31

Process Card: Sorting and packing

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows		1.000	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Electricity, French average	0.130	Ex	

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
The energy consumption for sorting and packing is calculated from the electricity bill for the packhouse.

Process Card: Compliss

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
		8.28e-005	
Process emissions	[g]		Reference
Diuron	250.000		
Terbuthylazine	250.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	70.500	Ex	
Natural gas, feedstock	65.200	Ex	
Diesel	10.000	FU/Ex	
Electricity, French average	61.750	FU/Ex	
Heat	27.050	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (8.28e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Process Card: Storage at packhouse

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows		1.000	
Apples		1.000	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Electricity, French average	2.82e-002	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Calculations based on figures about energy consumption for the whole packhouse. This is Scenario 1 = 2 months of storing.

Transport Card: Tp to Sweden

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows		1.000	
Modes of conveyance	[km]		Reference
Road, long-distance	2.02e+003		Ref 1
Boat, ocean-going	93.000		

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Reference 1: Figure from a truckdriver on this trade. The distance is for transport from the packhouse in Lunel to Hilding Jansson's in Gothenbourg

Process Card: ICA Åkerredshallen

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows		1.000	
Apples		1.000	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
The choosen store is ICA Åkerredshallen

LCA of appleproduction, casestudy France

5

File: FRA.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.31

Process Card: Plant prot.

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Mancozeb	8.750 %	1.33e-004	
Bayleton	2.190 %	3.32e-005	
Enduro	0.880 %	1.33e-005	
Golclair S	57.400 %	8.70e-004	
Sépicap	13.100 %	1.99e-004	
Insegar	0.550 %	8.34e-006	
Score	0.330 %	5.00e-006	
Klartan	0.660 %	1.00e-005	
Masai	0.550 %	8.34e-006	
Gusathion	7.660 %	1.16e-004	
Decis Micro	0.220 %	3.34e-006	
Omite 30 WP	4.380 %	6.64e-005	
Euparene M		5.05e-005	

Outflows	1.52e-003
----------	-----------

Process emissions	[g]		Reference
Water (r)	2.41e+005		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Diesel	24.950	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.52e-003 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Chemical plant protection. The spraying is done with different tractor-mounted sprayers. The tractor used is Fendt 260.

Process Card: Azural AT

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
DNOC		1.38e-004	
Process emissions	[g]		Reference
Glyfosat	120.000		Actually 120 g / L
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	33.000	Ex	
Natural gas, feedstock	93.000	Ex	
Diesel	1.000	FU/Ex	
Electricity, Belgian average	227.000	FU/Ex	
Heat	100.000	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.38e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Process Card: Omite 30 WP

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Omite 30 WP		6.64e-005	
Process emissions	[g]		Reference
Propargite	306.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	46.200	Ex	ref 1
Natural gas, feedstock	36.800	Ex	
Coal, feedstock	3.500	Ex	Ref 2
Diesel	7.500	FU/Ex	
Electricity, German average	79.100	FU/Ex	Ref 3
Heat	41.300	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (6.64e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Omite 30 WP is another insecticide manufactured by Schering and it's active substance is Propargite.Reference 1: Oil is here assumed instead of nafta. Reference 2 Coal is assumed for coke. Reference 3: Swiss manufacturing is also here assumed.

LCA of appleproduction, casestudy France

6

File: FRALCA Printed: Fri 97-02-28 11.31

Process Card: Sépicap

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Sépicap		1.99e-004	
Process emissions	[g]		Reference
Captan	830.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	38.000	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	14.000	Ex	
Electricity, French average	52.000	FU/Ex	
Heat	11.000	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.99e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Reference 1: Oil is assumed instead of nafta.

Process Card: Insegar

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Insegar		8.34e-006	
Process emissions	[g]		Reference
Fenoxycarbe	250.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	54.800	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	50.200	Ex	
Electricity, French average	82.600	FU/Ex	
Heat	40.900	FU/Ex	
Diesel	4.500	FU/Ex	
Coal, feedstock	9.000	FU/Ex	
Diesel	17.800	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (8.34e-006 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Reference 1: Oil is here assumed instead of nafta. Reference 2: Coal is assumed for coke.

Process Card: Score

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Score		5.00e-006	
Process emissions	[g]		Reference
Difenoconazole	236.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	37.800	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	37.600	Ex	
Coal, feedstock	2.800	Ex	Ref 2
Diesel	5.800	FU/Ex	
Electricity, Swiss average	52.800	FU/Ex	
Heat	36.300	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (5.00e-006 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Reference 1: Oil assumed for nafta. Reference 2: Coal assumed for coke.

LCA of appleproduction, casestudy France

7

File: FRALCA Printed: Fri 97-02-28 11.31

Process Card: Klartan

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Klartan		1.00e-005	
Process emissions	[g]		Reference
Tau-Fluvalinate	240.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	89.000	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	71.200	Ex	
Coal, feedstock	0.0	Ex	Ref 2
Diesel	10.300	FU/Ex	
Electricity, Swiss average	199.500	FU/Ex	
Heat	210.000	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.00e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Reference 1: Oil assumed for nafta. Reference 2: ...and coal for coke.

Process Card: Bayleton UD

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Bayleton UD		3.32e-005	
Process emissions	[g]		Reference
Triadimefon	50.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	37.800	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	37.600	Ex	
Coal, feedstock	2.800	Ex	Ref 2
Diesel	5.800	FU/Ex	
Electricity, Swiss average	52.800	FU/Ex	Ref 3
Heat	36.300	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (3.32e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Reference 1: Oil is here assumed instead of nafta. Reference 2: Coal is assumed instead of coke. Reference 3: Manufactured in Swiss??

Process Card: Enduro

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Enduro		1.33e-005	
Process emissions	[g]		Reference
Betacyfluthrine	8.000		Ref 3
Oxydeméfonmethyl	250.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	60.000	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	38.700	Ex	
Coal, feedstock	0.0	Ex	Ref 2
Diesel	6.030	FU/Ex	
Electricity, French average	94.200	FU/Ex	
Heat	31.200	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.33e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes
Reference 1: Oil is assumed instead of nafta. Reference 2: Coal is assumed for coke. Reference 3: The density 1000 g / L is assumed for Enduro

LCA of appleproduction, casestudy France

8

File: FRA.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.31

Process Card: Ammoniumnitrate

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Amoniumnitrate		2.07e-003	
Process emissions	[g]		Reference
Nitrogen	335.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil (heavy fuel)	6.020	FU/Ex	Ref 1
Natural gas	35.600	FU/Ex	
Coal	4.420	FU/Ex	
Heat	-5.900	FU/Ex	
Electricity, French average	0.400	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (2.07e-003 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Reference 1: The energy consumption is calculated for manufacturing of Calcium Ammonium Nitrate

Process Card: Masai

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Masai		8.34e-006	
Process emissions	[g]		Reference
Tebufenpyrad	200.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	46.200	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	36.800	Ex	
Diesel	7.500	FU/Ex	
Electricity, French average	79.100	FU/Ex	
Heat	41.300	FU/Ex	
Coal, feedstock	3.500	Ex	

The sum of output flow(s) (8.34e-006 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Masai is a insecticide manufactured by Cyanamid Agro and it's active substance is Tebufenpyrad. Reference 1: Oil is assumed for nafta. Reference 2: Coal is here assumed instead of coke.

Process Card: Gusathion XL

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Gusathion XL		1.16e-004	
Process emissions	[g]		Reference
Azinphos-methyl	250.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	59.100	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	37.700	Ex	
Diesel	5.900	FU/Ex	
Electricity, Swiss average	90.800	FU/Ex	Ref 2
Heat	25.500	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.16e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Gustathion XL is a insecticide manufactured by Bayer S.A., the active substance is Azinphos-methyl. Reference 1: Oil is assumed instead of nafta. Reference 2: The manufacturing is assumed to be in Switzerland.

Process Card: Growing

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Dummy apples		1.000	
Pesticides	0.151 %	1.52e-003	
Herbicides	2.20e-002 %	2.21e-004	
Fertilizers	0.206 %	2.07e-003	
Outflows			
Apples		1.000	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Mass change factor 0.996

LCA of appleproduction, casestudy France

9

File: FRA.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.31

Process Card: Apples

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
		1.000	
Process emissions	[g]		Reference
Apples	1.00e+003		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

Calculated for a reference flow of 1.000 [kg] which corresponds to 1 kg of apples
The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Process Card: Sandéns / Hilding Janssons

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows			
		1.000	
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Reloading at Sandéns or Hilding Janssons

Transport Card: Tp from Hilding Janssons to ICA Åkerreds

Inflows	Percent	Massflow [kg]	
Apples		1.000	
Outflows			
		1.000	
Modes of conveyance	[km]		Reference
Road, short-distance	15.000		

The sum of output flow(s) (1.000 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Process Card: Manzate

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Manzate		1.33e-004	
Process emissions	[g]		Reference
Mancozeb	800.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	27.000	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	23.000	Ex	
Coal, feedstock	8.000	Ex	Ref 2
Diesel	9.000	FU/Ex	
Electricity, French average	25.000	FU/Ex	
Heat	7.000	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (1.33e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Reference 1: Oil is here assumed instead of nafta. Reference 2: Coal is taken instead of coke.

Process Card: Golclair S

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Golclair S		8.70e-004	
Process emissions	[g]		Reference
Mineral oil	18.000		
Sulphur	583.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference

The sum of output flow(s) (8.70e-004 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

No energyconsumption for manufacturing calculated

LCA of appleproduction, casestudy France

10

File: FRA.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.31

Process Card: Decis Micro

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Decis Micro		3.34e-006	
Process emissions	[g]		Reference
Deltamethrin	62.500		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	89.000	Ex	
Natural gas, feedstock	71.200	Ex	
Diesel	10.300	FU/Ex	
Electricity, Swiss average	199.500	FU/Ex	Ref 2
Heat	210.000	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (3.34e-006 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Decis Micro is a insecticide manufactured by Hoechst Schering AgrEvo S.A. The active substance is Deltamethrin. Reference 1: Oil is assumed instead of nafta. Reference 2: The manufacturing is assumed to take place in Switzerland.

Process Card: Euparen M

Outflows	Percent	Massflow [kg]	
Euparen M		5.05e-005	
Process emissions	[g]		Reference
Tolyfluanide	500.000		
Energy carrier	[MJ]	E Factor	Reference
Oil, feedstock	37.800	Ex	Ref 1
Natural gas, feedstock	37.600	Ex	
Coal, feedstock	2.800	Ex	Ref 2
Diesel	5.800	FU/Ex	
Electricity, Swiss average	52.800	FU/Ex	Ref 3
Heat	36.300	FU/Ex	

The sum of output flow(s) (5.05e-005 kg) is used to calculate emissions and energies

Notes

Methyleuparene is a fungicide manufactured by Bayer S.A. and it's active substance is Tolyfluanide. Reference 1: Oil instead of nafta. Reference 2: Coal instead of coke. Reference 3: Manufacturing assumed to take place in Switzerland.

LCA of appleproduction, casestudy France

1

File: FRA.LCA Printed: Fri 97-02-28 11.32

Calculated for a reference flow of 1.000 [kg] which corresponds to 1 kg of apples

